



TUGAS AKHIR - TI 091324

**APLIKASI LEAN SIX SIGMA PADA PROSES PEMURNIAN GAS
(STUDI KASUS : SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED, GRESIK)**

**VICTOR SAMUEL SIANIPAR
NRP 2510 100 154**

**Dosen Pembimbing
Yudha Prasetyawan, M.Eng**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TI 091324

**APPLICATION OF LEAN SIX SIGMA IN GAS REFINERY PROCESS
(CASE STUDY : SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED, GRESIK)**

VICTOR SAMUEL SIANIPAR

NRP 2510 100 045

Supervisor

Yudha Prasetyawan, M.Eng

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI *LEAN SIX SIGMA* DALAM PROSES PEMURNIAN GAS (STUDI KASUS : SAKA INDONESIA PANGKAH LIMITED, GRESIK)

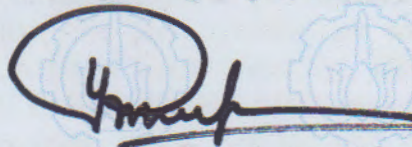
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

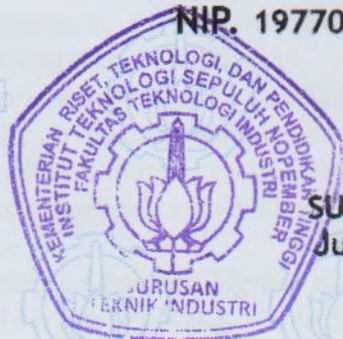
Oleh :

**VICTOR SAMUEL SIANIPAR
NRP 2510100154**

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



**Yudha Prasetyawan, M.Eng
NIP. 197705232000031002**



**SURABAYA
Juli 2015**

Aplikasi Lean Six Sigma dalam Proses Pemurnian Gas

(Studi Kasus : Saka Indonesia Pangkah Limited, Gresik)

Nama Mahasiswa : Victor Samuel Sianipar
NRP : 2510100154
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS
Pembimbing : Yudha Prasetyawan, M.Eng

ABSTRAK

Saka Indonesia Pangkah Limited (SIPL) merupakan anak dari perusahaan PGN Persero (Perusahaan Gas Negara) yang beroperasi di bidang hulu migas. SIPL berlokasi di Kawasan Industri Maspion Gresik dengan wilayah pengeboran berada 30km lepas pantai Gresik. SIPL sendiri menghasilkan produk akhir berupa *crude oil*, gas LNG, dan gas LPG. *Crude oil* dan gas LPG yang dihasilkan dijual kepada pembeli di luar negeri dengan menggunakan kapal tanker. Sementara gas LNG yang dihasilkan dijual kepada PJB Gresik melalui sambungan pipa bawah laut. SIPL memiliki fasilitas besar yang menghasilkan *waste* selama proses berlangsung. Saka Indonesia Pangkah Limited sendiri memiliki permasalahan pada performansi proses pemurnian gas yang terjadi di perusahaan. Terdapat permasalahan pada KPI (*Key Performance Indicator*) Kualitas, KPI Pengiriman, dan KPI *Safety* di perusahaan. Hal ini ditandai dari data awal yang didapatkan yang menunjukkan adanya penurunan pada setiap KPI yang ditandai dengan adanya *waste* kritis yang muncul. Terdapat tiga *waste* kritis yang memiliki pengaruh terhadap proses pemurnian gas di Saka Indonesia Pangkah Limited yaitu *defect* yang cukup tinggi dengan total 14,17% dengan *defect* kritis berupa ketidaksesuaian fraksi dan ketidaksesuaian kuantitas, *waiting* yang terjadi dengan waktu *downtime* hingga 5,07% dari total waktu operasi, dan EHS berupa biaya penanganan *defect* berupa gas buangan yang mencapai 6,4% dengan rincian fasilitas penanganan gas CO₂, H₂S, Hg, dan N₂. Aplikasi *lean six sigma* digunakan untuk mengetahui akar penyebab permasalahan *waste* dan cara untuk mereduksi *waste* yang ada. Ada pun metode *lean six sigma* menggunakan beberapa *tools* seperti RCA (*Root Cause Analysis*), DMAIC (*Define Measure Analyze Improve Control*), FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), VSM (*Value Stream Mapping*), dan *Value Engineering* yang digunakan untuk memecahkan permasalahan *waste* yang terjadi di perusahaan. Dengan *lean six sigma* diharapkan performansi proses pemurnian di perusahaan dapat meningkat dan memberikan keuntungan untuk perusahaan. Rekomendasi perbaikan perusahaan ke depannya dapat dilakukan dengan penjadwalan ulang *maintenance* untuk seluruh fasilitas pemurnian gas. Penjadwalan ulang *maintenance* sendiri dapat dilakukan dengan pembentukan tim yang terdiri dari beberapa tenaga ahli dengan biaya pengeluaran kurang lebih Rp 80.0000.000.

Kata Kunci : *Lean Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Value Stream Mapping (VSM)*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Application of Lean Six Sigma in Gas Refinery Process

(Case Study : Saka Indonesia Pangkah Limited, Gresik)

Student Name : Victor Samuel Sianipar
NRP : 2510100154
Departement : Industrial Engineering ITS
Preceptor : Yudha Prasetyawan, M.Eng

ABSTRACT

Saka Indonesia Pangkah Limited is a subsidiary of PGN Persero (Perusahaan Gas Negara) that operate in upstream oil and gas industry. SIPL is located in Kawasan Industri Maspion Gresik and its drilling well is located 30km from Gresik shoreline. SIPL produces crude oil, LNG, and LPG. Crude oil and LPG are shipped to the buyer overseas, and the LNG is sold to PJB Gresik and transfered by sub-sea pipeline. There are three kinds of critical waste that occurred in gas refinery process, those are the defect which has 14,17% of total production, the downtime which has 5,07% of total operating time, and the EHS which has 6,4% of total production consist of CO₂ gas, H₂S gas, Hg gas, and N₂ gas. The application of lean six sigma is used to find the root causes of waste and to reduce the existing waste itself. Lean six sigma methodology uses some tools like RCA (Root Cause Analysis), DMAIC (Define Measure Analyze Improve Control), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), VSM (Value Stream Mapping), and Value Engineering to solve the waste problem in SIPL. With lean six sigma, the performance of gas refinery process would be improved and give extra benefits to Saka Indonesia Pangkah Limited. The recommendation for improvement is rescheduling the maintenance for all the facilities. Rescheduling the maintenance can be done by making a resourceful team consist of many experts, the team itself cost about Rp 80.000.000.

Key Words : Lean Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Value Stream Mapping (VSM)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan kekuatan dan pengharapan kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Aplikasi Lean Six Sigma pada Proses Pemurnian Gas (Studi Kasus : Saka Indonesia Pangkah Limited, Gresik)” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis saat proses penulisan Laporan Tugas Akhir, yaitu:

1. Tuhan Yesus Kristus yang sungguh baik, yang memberikan kekuatan dan penghiburan kepada penulis dalam setiap langkah yang ditempuh selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Ayahanda Rustam Sianipar dan Ibunda Nurmala Pangaribuan selaku kedua orangtua penulis, yang senantiasa memberikan semangat dan doa kepada penulis.
3. Bapak Yudha Prasetyawan, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan nasihat selama proses penulisan laporan tugas akhir.
4. Yemima Eka Pramudita yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan, doa, dan penghiburan kepada penulis.
5. Teman-teman Provokasi yang memberikan banyak dukungan dalam berbagai bentuk dan kesempatan kepada penulis.
6. Teman-teman PMK “Boyo Roads to 112” seperti CKW, Dharma, Wira, Paulus, Koplo yang telah banyak membantu penulis.
7. Grup PMK M seperti Bang Agung, Kak Jane, Kak Radika, Kak Okky, dll yang banyak memberikan bantuan selama ini.
8. Teman-teman kosan MM5 seperti Eka, Ryan, Desmo, Andhika, Gilang, Tebon, Iqbal, dan Bagus yang memberikan banyak bantuan dan hiburan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

9. Bapak Wignyo dan Bapak Vito selaku pembimbing dari pihak perusahaan yang senantiasa membantu penulis selama proses penyelesaian laporan tugas akhir
10. Eltanin Rahayu Putri yang telah membantu penulis dalam memberikan pertimbangan-pertimbangan.
11. Dan segenap pihak yang telah memberikan motivasi, bantuan, saran, kritik, hingga penghiburan kepada penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, segala kritik dan saran yang bertujuan meningkatkan kualitas Laporan Tugas Akhir ini akan dengan senang hati penulis terima. Semoga penulisan laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi dunia industri

Surabaya, 22 Juni 2015

Victor Samuel Sianipar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Konsep <i>Lean</i>	7
2.2 <i>Six Sigma</i>	9
2.3 <i>Lean Six Sigma</i>	9
2.4 KPI (<i>Key Performance Indicators</i>)	10
2.5 DMAIC <i>Six Sigma</i>	12
2.6 VSM (<i>Value Stream Mapping</i>).....	13
2.7 9 <i>Waste</i>	15
2.8 RCA (<i>Root Cause Analysis</i>)	17
2.9 FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan.....	23

3.1.1	Perumusan Masalah dan Tujuan.....	23
3.1.2	Identifikasi	23
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	24
3.2.1	<i>Define</i>	24
3.2.2	<i>Measure</i>	24
3.3	Tahap Analisa dan Perbaikan.....	24
3.3.1	<i>Analyze</i>	24
3.3.2	<i>Improvement</i>	25
3.4	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran	25
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		27
4.1	<i>Define</i>	27
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan	27
4.1.2	Gambaran Produk Amatan	30
4.1.3	Proses Pemurnian Gas	30
4.1.4	<i>Current State Value Stream Mapping</i>	34
4.1.5	<i>Activity Classification</i>	35
4.1.6	Identifikasi <i>Waste</i> Terhadap <i>Key Performance Indicator</i> (KPI)	41
4.2	<i>Measure</i>	47
4.2.1	<i>Waste Measurement</i>	47
4.2.2	Penentuan <i>Waste</i> Kritis.....	60
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA		63
5.1	<i>Analyze</i>	63
5.1.1	Analisis Akar Penyebab Terjadinya <i>Waste</i> (RCA)	63
5.1.2	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA).....	67
5.2	<i>Improvement</i>	77
5.2.1	Alternatif Perbaikan	77

5.2.2 Kriteria Pemilihan Alternatif dan Pembobotan	80
5.2.3 Kombinasi Alternatif Perbaikan yang mungkin	80
5.2.4 Biaya Alternatif.....	81
5.2.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan.....	83
5.2.6 Analisis Alternatif Terpilih.....	84
5.2.7 Evaluasi Proses Produksi Eksisting	90
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
6.1 Kesimpulan.....	93
6.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	97

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Condensate and Water Removal</i>	35
Tabel 4. 2 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Acid Gas Removal</i>	36
Tabel 4. 3 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Dehydration</i>	36
Tabel 4. 4 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Mercury Removal</i>	37
Tabel 4. 5 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Nitrogen Rejection</i>	37
Tabel 4. 6 <i>Activity Classification</i> Proses <i>NGL Recovery</i>	38
Tabel 4. 7 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Fractionation Train</i>	38
Tabel 4. 8 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Sweetening Gas</i>	39
Tabel 4. 9 Rekap Aktifitas Proses Pemurnian Gas	39
Tabel 4. 10 Klasifikasi <i>Waste</i> Berdasarkan KPI.....	40
Tabel 4. 11 Target Produk Akhir yang Dihasilkan	41
Tabel 4. 12 Kondisi Rata-Rata Aktual Produk Akhir yang Dihasilkan.....	42
Tabel 4. 13 Jumlah Total Produk Akhir SIPL	42
Tabel 4. 14 Waktu <i>Waiting</i> Proses Pemurnian Gas	44
Tabel 4. 15 <i>Waste EHS</i> yang Terjadi Dalam Proses Pemurnian	46
Tabel 4. 16 Rekap <i>Defect</i> Pada Produk Akhir	48
Tabel 4. 17 Jumlah Total Realisasi Produk Akhir SIPL.....	49
Tabel 4. 18 Nilai Sigma <i>Waste Defect</i>	50
Tabel 4. 19 Kerugian Berdasarkan Selisih	51
Tabel 4. 20 Kerugian Perusahaan Akibat Terjadinya <i>Defect</i>	51
Tabel 4. 21 Waktu <i>Waiting</i> Proses Pemurnian Gas	53
Tabel 4. 22 Nilai Sigma Dari <i>Waste Waiting</i>	54
Tabel 4. 23 Realisasi Produk Akhir Pemurnian Gas	56
Tabel 4. 24 Nilai Sigma Dari <i>Waste EHS</i>	58
Tabel 4. 25 <i>Waste EHS</i> yang Terjadi Pada Proses Pemurnian	59
Tabel 4. 26 Rekap Kerugian Biaya <i>Waste</i> Dalam Proses Pemurnian Gas	60
Tabel 4. 24 Rekap Data Hasil Kuisioner	61
Tabel 5. 1 <i>Root Cause Analysis Defect</i> Ketidaksesuaian Komposisi Fraksi	64
Tabel 5. 2 <i>Root Cause Analysis Waste Defect</i> Kuantitas Produk Akhir.....	65
Tabel 5. 3 <i>Root Cause Analysis Waste Waiting</i>	66
Tabel 5. 4 <i>Root Cause Analysis EHS</i>	67

Tabel 5.5 Kriteria <i>Severity Defect</i>	68
Tabel 5. 6 Kriteria <i>Occurrence Defect</i>	69
Tabel 5. 7 Kriteria <i>Detection Defect</i>	69
Tabel 5. 8 FMEA <i>Waste Defect</i>	70
Tabel 5. 9 Kriteria <i>Severity Waiting</i>	72
Tabel 5. 10 Kriteria <i>Occurrence Waiting</i>	72
Tabel 5. 11 Kriteria <i>Detection Waiting</i>	73
Tabel 5. 12 FMEA <i>Waste Waiting</i>	74
Tabel 5. 13 Kriteria <i>Severity EHS</i>	75
Tabel 5. 14 Kriteria <i>Occurrence EHS</i>	75
Tabel 5. 15 Kriteria <i>Detection EHS</i>	76
Tabel 5. 16 FMEA <i>Waste EHS</i>	77
Tabel 5. 17 Pengelompokan <i>Root Cause</i> Terhadap Alternatif Perbaikan	78
Tabel 5. 18 Alternatif Perbaikan Yang Mungkin Dilakukan.....	78
Tabel 5. 19 Kombinasi Alternatif	80
Tabel 5. 20 Biaya Eksisting Perusahaan Setiap Bulan	81
Tabel 5. 21 Perhitungan Value Engineering Alternatif Perbaikan	84
Tabel 5. 22 Data Penurunan Jumlah <i>Defect</i> Ketidaksesuaian Fraksi	85
Tabel 5. 23 Peningkatan Nilai <i>Sigma Defect</i>	86
Tabel 5. 24 Waktu <i>Waiting</i> Proses Pemurnian Gas	87
Tabel 5. 25 Peningkatan Nilai <i>Sigma Waiting</i>	88
Tabel 5. 26 Waktu EHS yang Terjadi Dalam Proses Pemurnian	89
Tabel 5. 27 Perbandingan Nilai Sigma EHS (sebelum)	90
Tabel 5. 28 Perbandingan Nilai <i>Sigma EHS</i> (sesudah)	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Simbol-simbol <i>Value Stream Mapping</i>	15
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	22
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan PGN Saka.....	28
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Saka Indonesia Pangkah Limited.....	29
Gambar 4. 3 <i>Flowchart</i> dari <i>gas refinery process</i>	31
Gambar 4. 4 <i>Value Stream Mapping</i> dari Proses Pemurnian Gas.....	34
Gambar 4. 5 <i>Pareto Chart</i> dari Realisasi <i>Waste Defect</i>	49
Gambar 4. 6 <i>Pareto Chart</i> dari <i>Waste Waiting</i>	54
Gambar 4. 7 <i>Pareto Chart</i> dari <i>Waste EHS</i>	58

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi tentang hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian serta pengidentifikasian mengenai masalah yang akan diteliti. Bagian-bagian dari bab pendahuluan ini meliputi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman, industri minyak dan gas (migas) kini telah berkembang semakin pesat. Perkembangan yang semakin pesat ini menimbulkan persaingan yang ketat antara satu perusahaan migas dengan perusahaan migas yang lain. Suatu perusahaan yang tidak mampu bersaing dalam pola persaingan yang ketat akan menimbulkan kerugian fatal bagi perusahaan tersebut, hingga dapat berujung suatu kebangkrutan. Untuk itu, setiap perusahaan migas perlu melakukan berbagai cara untuk dapat meningkatkan daya saing yang mereka miliki. Salah satu cara agar suatu perusahaan migas dapat meningkatkan daya saingnya adalah dengan meningkatkan performansi dari proses produksinya.

Performansi merupakan salah satu tolak ukur untuk mengetahui tingkat pencapaian dari kondisi perusahaan saat ini. Di dalam melakukan pengukuran performansi perusahaan digunakan suatu indikator kunci untuk mengukur sejauh mana pencapaian suatu proses atau pekerjaan yang disebut *key performance indicator* atau pada umumnya dikenal dengan KPI. Menurut Gasperz (2006), keuntungan suatu perusahaan di dalam memperbaiki performansi proses produksi yang dimiliki adalah meningkatnya produktivitas kerja, keuntungan perusahaan yang berasal dari penurunan biaya produksi, dan kepercayaan konsumen akan kualitas yang dihasilkan.

Tetapi di dalam prakteknya, meningkatkan performansi proses produksi suatu perusahaan migas bukanlah perkara yang mudah. Suatu perusahaan migas akan ditantang untuk menghadapi berbagai permasalahan yang ada pada proses

produksinya. Permasalahan yang dihadapi akan berbeda antara perusahaan migas yang satu dengan yang lain. Hal ini tergantung dari target, visi, misi, dan proses yang dilakukan setiap perusahaan migas. Permasalahan-permasalahan yang dihadapi perusahaan migas adalah meningkatkan kualitas migas yang dihasilkan, kuantitas migas yang dihasilkan, meminimalisasi biaya produksi, meminimalisasi resiko kerusakan fasilitas, dan menjaga *safety* para pekerjanya (Gasperz, 2006).

Saka Indonesia Pangkah Limited merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang hulu migas. Proses produksi migas pada perusahaan ini dimulai dari aliran hidrokarbon yang dibawa dari fasilitas pengeboran menuju fasilitas pemurnian. Hidrokarbon yang dihasilkan dari fasilitas pengeboran dialirkan dengan menggunakan jaringan pipa bawah laut dari titik pengeboran menuju fasilitas pemurnian di darat. Setelah hidrokarbon masuk ke dalam fasilitas pemurnian di darat, maka proses akan dilanjutkan dengan beberapa tahap hingga akhirnya dihasilkan produk akhir yang siap dijual. Produk akhir dari perusahaan SIPL Sendiri adalah *crude oil*, LNG, dan LPG yang akan dijual kepada konsumen masing-masing.

Pada perusahaan Saka Indonesia Pangkah Limited, proses perbaikan secara terus menerus menjadi sangat penting. Hal ini bertujuan untuk menjaga dan memelihara kepercayaan konsumen. Memelihara konsumen yang ada sepuluh kali lipat lebih murah dan mudah jika dibandingkan dengan menarik konsumen baru (Tschohl, 2006).

Untuk memperbaiki dan meningkatkan performansi proses pemurnian migas pada Saka Indonesia Pangkah Limited dapat dilakukan dengan menggunakan metode *lean six sigma*. Metode ini terdiri dari 2 konsep, yaitu *lean thinking* dan *six sigma*. *Lean thinking* merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas *non-value added* dan mengeliminasi atau menghilangkan *waste* yang terdapat pada proses produksi, sedangkan pendekatan *six sigma* digunakan untuk meningkatkan kapabilitas proses produksi dan meminimalisasi variansi maupun *defect* (gasperz, 2006). Kedua pendekatan ini akan menghasilkan sebuah konsep perbaikan dan peningkatan performansi proses produksi yaitu *lean six sigma*.

Dengan adanya metode ini diharapkan dapat mengurangi atau mungkin menghilangkan *critical waste* dan aktivitas *non-value added* yang menghalangi performansi proses pemurnian migas perusahaan. Selain itu, dengan menerapkan metode ini diharapkan dapat menjadikan proses pemurnian lebih efisien dan efektif untuk mencapai performansi yang diinginkan. Adapun *tools* yang digunakan dalam proses *improvement* proses pemurnian migas di perusahaan dengan konsep *lean six sigma* adalah *Value Stream Mapping* (VSM), *pareto chart*, *Root Causes Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

1.2 Perumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian kali ini adalah bagaimana meningkatkan performansi proses pemurnian gas pada Saka Indonesia Pangkah Limited dengan pendekatan *lean six sigma*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah penelitian, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain:

1. Mengidentifikasi *waste* yang berpengaruh terhadap performansi pada proses pemurnian gas di PT. Saka Indonesia Pangkah Limited berdasarkan KPI yang terdiri dari 9 *waste*.
2. Mengetahui penyebab *waste* yang berpengaruh terhadap performansi pada proses pemurnian gas di PT. Saka Indonesia Pangkah Limited.
3. Mengetahui biaya yang dikeluarkan perusahaan yang disebabkan karena terjadinya *waste* pada proses pemurnian gas
4. Memberikan alternatif solusi perbaikan bagi perusahaan dalam mereduksi *waste* untuk meningkatkan performansi pada proses produksi migas di PT. Saka Indonesia Pangkah Limited.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengetahui *waste* kritis yang berpengaruh terhadap performansi proses produksi migas.
2. Perusahaan memperoleh alternatif solusi perbaikan untuk mereduksi *waste* kritis yang terjadi pada proses pemurnian gas sehingga performansi dapat meningkat.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini meliputi:

1. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Penelitian difokuskan pada proses pemurnian gas di PT Saka Indonesia Pangkah Limited
 - Penelitian bersumber dari data yang diberikan perusahaan dari bulan Januari – Mei 2015
2. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Tidak terjadi perubahan kuantitas aliran hidrokarbon yang berasal dari *offshore facility* di perusahaan selama dilakukannya penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini terbagi dalam beberapa bab. Dimana setiap babnya akan membahas mengenai penelitian ini secara sistematis sesuai dengan urutan dan kaidah kegiatan penelitian. Berikut adalah sistematika penulisan yang dipergunakan dalam penulisan penelitian Tugas Akhir ini:

- Bab 1 Pendahuluan

Bab ini akan menjelaskan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan, serta sistematika penulisan penelitian.

- Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian ini. Teori dan konsep yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari berbagai literatur, penelitian-penelitian terdahulu, jurnal, dan artikel.

- Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Metodologi penelitian berguna sebagai arahan sehingga penelitian ini dapat berjalan secara lebih terarah dan sistematis.

- Bab 4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini terdiri dari tahapan awal metodologi *six sigma*, yaitu tahap *define* dan *measure*. Data dan informasi yang diperoleh dari tempat penelitian dikumpulkan dan kemudian akan diolah.

- Bab 5 Analisa dan Perbaikan

Bab ini merupakan tahapan lanjutan metodologi *six sigma*, yaitu tahap *analyze*, dan *improve*. Dimana akan dilakukan analisa data-data yang telah didapatkan pada bab pengumpulan dan pengolahan data. Selain itu, pada tahap ini juga akan dibuat perencanaan perbaikan berdasarkan hasil analisa yang didapatkan.

- Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan tahapan akhir dari penelitian dimana akan menjelaskan kesimpulan yang dapat diambil terhadap keseluruhan rangkaian penelitian ini. Selain itu, juga disertakan saran atau rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini akan berisi tinjauan pustaka yang akan menjelaskan dan membahas mengenai teori-teori yang menunjang pelaksanaan penelitian ini. Teori-teori ini bersumber dari berbagai sumber di antaranya yaitu literatur, penelitian-penelitian terdahulu, jurnal, artikel, dll. Adapun tinjauan pustaka yang dilakukan pada penelitian ini antara lain meliputi *lean*, *six sigma*, *lean six sigma*, *Key Performance Indicators* (KPI), *DMAIC six sigma*, *Value Stream Mapping* (VSM), *9 waste*, *Root Causes Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

2.1 Konsep *Lean*

Sejarah mengenai *lean* pertama kali diterapkan oleh perusahaan raksasa otomotif Jepang yaitu Toyota. Konsep *lean* ini berfokus pada nilai-nilai yang diharapkan konsumen akan sebuah produk, atau berdasarkan sudut pandang konsumen (*customer value*). Berikut ini dijabarkan mengenai prinsip-prinsip *lean* (Hines dan Taylor, 2000):

1. *Specify value*

Menentukan nilai-nilai dari sebuah produk yang harus dipenuhi berdasarkan sudut pandang/keinginan dari konsumen.

2. *Identify whole value stream*

Mengidentifikasi tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses produksi suatu produk berdasarkan *value stream* untuk menemukan aktivitas-aktivitas yang tidak memberi nilai tambah.

3. *Flow*

Melakukan aktivitas yang dapat memberikan suatu nilai tambah atas suatu produk. Aktivitas tambahan tanpa memberikan gangguan atas sistem yang sudah ada, proses *rework*, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) maupun sisa produksi.

4. *Pulled*

Melakukan pekerjaan atau membuat produk sesuai dengan keinginan konsumen. Dengan menciptakan suatu produk sesuai dengan keinginan konsumen diharapkan agar produk dapat diterima dengan baik oleh pasar.

5. *Perfection*

Menuju proses yang sempurna dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* secara berkelanjutan. Diharapkan dengan reduksi *waste* dapat meningkatkan efisiensi dari perusahaan dan kualitas dari produk yang dihasilkan.

Konsep *lean* diciptakan sebagai sebuah cara yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk dapat mengurangi hingga setengah dari pekerjaan, mengurangi hingga setengah dari *defect* pada *finish product*, mengurangi hingga sepertiga jam dari *engineering effort*, mengurangi lahan yang digunakan sampai dengan setengah dari lahan yang ada untuk jumlah output yang sama, dan mengurangi sampai dengan sepersepuluh atau kurang untuk *inventory work in process* (WIP) (Womack et al, 2007).

Di dalam *lean manufacturing* ada 3 jenis aktivitas yang menjadi bahasan utama (Hines dan Taylor, 2000), yaitu :

1. *Value adding activity*

Merupakan aktivitas-aktivitas yang menurut sudut pandang konsumen memberikan kontribusi terbaik terhadap produk yang dihasilkan. Dapat diartikan sebagai aktivitas inti dalam sebuah proses produksi produk.

2. *Non value adding activity*

Aktivitas-aktivitas yang menurut sudut pandang konsumen tidak memberikan kontribusi apapun terhadap produk yang dihasilkan. Aktivitas jenis ini merupakan fokus konsep *lean manufacturing* untuk mereduksinya. Hal ini terkait dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk aktivitas tanpa memberikan nilai tambah atas suatu produk.

3. *Necessary non value adding activity*

Merupakan aktivitas-aktivitas yang menurut sudut pandang konsumen tidak memberikan kontribusi apa pun terhadap produk yang dihasilkan tetapi aktivitas-aktivitas ini perlu untuk dilakukan.

2.2 *Six Sigma*

Six sigma pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan asal Amerika Motorola pada pertengahan 1980. Metode ini bertujuan menganalisa kemampuan proses dan mengurangi atau menghilangkan cacat maupun variansi terhadap suatu proses atau produk jadi. Cacat maupun variansi yang diperbolehkan dibatasi tidak lebih dari 3-4 cacat per satu juta kesempatan (Gasperz, 2002). Di dalam proses perbaikannya, *six sigma* fokus pada faktor penyebab terjadinya suatu permasalahan.

Pada bidang manufaktur, terdapat enam aspek yang harus diperhatikan didalam penerapan *six sigma* (Gasperz, 2002):

1. Mengidentifikasi karakteristik produk berdasarkan ekspektasi, kebutuhan, dan kepuasan konsumen.
2. Mengklasifikasikan karakteristik kualitas produk yang dihasilkan sebagai *critical to quality* (CTQ).
3. Mengklasifikasikan CTQ berdasarkan proses yang dapat dikendalikan dan proses yang tidak dapat dikendalikan.
4. Menentukan batas toleransi setiap CTQ berdasarkan keinginan konsumen.
5. Menentukan batas maksimum variansi proses untuk setiap CTQ.
6. Memperbaiki desain produk atau proses produksi yang dilakukan agar mencapai nilai *six sigma*.

2.3 *Lean Six Sigma*

Lean six sigma merupakan sebuah metode dan konsep gabungan antara *lean* dan *six sigma*. Konsep *lean* bertujuan untuk mengeliminasi *waste* pada suatu proses yang dilakukan. Sedangkan metode *six sigma* lebih bertujuan untuk meminimalisasi *defect* (produk cacat) dan variansi proses yang dilakukan. *Lean six sigma* dapat

mengeliminasi *non value added activities* melalui peningkatan perbaikan secara terus menerus untuk mencapai enam sigma. Sehingga diharapkan produk akhir yang dihasilkan maksimal hanya memiliki 4 produk cacat dalam satu juta produk.

Sitorus (2011) menjelaskan bahwa terdapat lima prinsip di dalam konsep *lean six sigma*, yaitu:

1. Mengutamakan kepuasan konsumen secara menyeluruh.
2. Memperhatikan kualitas, biaya minimum, pelayanan prima, pengantaran tepat waktu, dan moral yang bagus dalam mencapai kepuasan konsumen.
3. Fokus pada alur proses dan mengeliminasi variansi maupun *error* yang terjadi.
4. Mengambil keputusan berdasarkan data dan fakta yang ada.
5. Semua orang harus mampu dan mau untuk bersama-sama mengimplementasikan *six sigma* dalam setiap proses yang dilakukan.

2.4 Key Performance Indicators (KPI)

Cara yang digunakan untuk mengukur kinerja suatu perusahaan disebut dengan *Key Performance Indicators* (KPI). KPI merupakan indikator untuk mengukur sejauh mana strategi perusahaan telah berjalan sesuai dengan visi dan misi perusahaan (Moeheriono, 2012). Selain itu, KPI juga berguna dalam hal menentukan arah kebijakan perusahaan.

Menurut Gasperz (2006), terdapat empat *Key Performance Indicators* (KPI) dalam *lean six sigma* pada industri manufaktur:

1. Kualitas

Kualitas merupakan parameter performansi yang berkaitan dengan ukuran baik atau buruknya pada produk maupun setiap proses yang berlangsung. Contoh kriteria performansi yang dinilai adalah jumlah bahan yang terbuang dari suatu proses produksi (*scrap*), rasio produk *rework*, dan tingkat kecacatan produk. Berikut adalah parameter pengukurnya:

$$Defect = \frac{Jumlah\ Total\ Penolakan}{Output\ Aktual} \quad (2.1)$$

$$Rework\ Loss = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Rework}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (2.2)$$

2. Cost

Cost merupakan total biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi. Contoh kriteria yang dinilai dari performansi ini adalah *labor cost*, *Cost of Poor Quality* (COPQ), dan *Inventory turns*. Berikut adalah parameter pengukurnya:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Produksi Langsung} = \\ \frac{\text{Tenaga Kerja Langsung} + \text{Depresiasi} + \text{Biaya Langsung Lain}}{\text{Volume Produksi}} \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Produksi Tidak Langsung} = \\ \frac{\text{Tenaga Kerja Tidak Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung Lain}}{\text{Volume Produksi}} \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$Inventory\ Turn = \frac{Cost\ of\ Good\ Sold}{Average\ Inventory} \quad (2.5)$$

3. Delivery

Keberhasilan pengiriman produk baik menurut jumlah produknya, ketepatan waktu pengirimannya, mau pun keutuhan produknya hingga sampai di tangan konsumen. Contoh kriteria performansi yang dinilai adalah *Overall Equipment Efficiency* (OEE), waktu rata-rata antara dua kegagalan proses produksi yang berurutan (*Mean Time Between Failure* atau MTBF), waktu rata-rata melakukan perbaikan (*Mean Time to Repair* atau MTTR), dan ketepatan waktu pengiriman. Berikut adalah parameter pengukurnya:

$$\text{Pencapaian Rencana} = \frac{\text{Jumlah Target yang Tercapai}}{\text{Jumlah Running Produksi}} \quad (2.6)$$

$$\text{Setup and Ajustment Losses} = \frac{\text{Setup time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality\ Rate \quad (2.7)$$

$$Availability\ Rate = \frac{\text{Operation Time} - \text{Downtime}}{\text{Operation Time}} \quad (2.8)$$

$$Performance\ Rate = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Actual Output}}{\text{Operation Time}} \quad (2.9)$$

$$Quality\ Rate = \frac{Actual\ Output - Defect}{Actual\ Output} \quad (2.10)$$

4. *Safety*

Keamanan dan keselamatan pekerja ketika berada di area produksi. contoh kriteria yang dinilai dari performansi ini adalah penyesuaian 5-S (*Seiri, seiton, seiso, seiketsu*, dan *shitsuke*), pelatihan karyawan, dan *near misses*.

Berikut adalah parameter pengukurnya:

2.5 DMAIC Six Sigma

Salah satu metodologi dalam konsep *six sigma* adalah dengan penerapan *Define, Measurement, Analyze, Improve*, dan *Control* atau yang pada umumnya disebut DMAIC (Gasperz, 2002). Metode ini merupakan sebuah kerangka berpikir dalam melakukan perbaikan suatu proses.

1. *Define*

Merupakan tahapan awal dalam kerangka berpikir dengan terlebih dahulu mendefinisikan permasalahan itu sendiri. Dengan begitu maka setiap bagian dalam proses diharapkan dapat memahami permasalahan yang ditemui dan fokus pada penyebab-penyebab permasalahan. Salah satu *tools* yang digunakan pada tahap ini adalah SIPOC (*suppliers, inputs, process, outputs*, dan *customers*). *Tools* ini digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan *stakeholder* meliputi sumber daya yang dibutuhkan, *top level process*, *process deliverables*, serta *input* dan *output requirements*.

2. *Measurement*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran atas performansi awal perusahaan. Dengan demikian perusahaan akan mendapatkan gambaran mengenai bagian kritis (kekurangan) dalam perusahaan yang harus diperbaiki sehingga tercapai target perbaikan yang diharapkan. Nantinya pada tahap ini akan dilakukan pengukuran *sigma level* perusahaan dan kapabilitas proses.

3. *Analyze*

Pada tahap ini akan dilakukan analisa dari data yang didapatkan pada tahap *measurement*. Dengan begitu diharapkan dapat diketahui faktor-faktor paling

berpengaruh dengan bantuan metode *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

4. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan perbaikan terhadap sistem berdasarkan data-data yang telah dianalisa. Tahap ini dapat dilakukan dengan membuat beberapa skenario pada kondisi perusahaan dan membuat simulasi dari skenario tersebut. Skenario dengan hasil terbaik dibandingkan dengan kondisi awal nantinya dapat dijadikan *Standard Operating Procedures* (SOP) baru bagi perusahaan.

5. *Control*

Pada tahap ini dilakukan pengawasan terhadap kondisi perusahaan pasca perubahan yang terjadi. Dengan pengawasan menyeluruh diharapkan agar SOP baru dapat diterjemahkan dan diaplikasikan sesuai rencana awal. Pada tahap ini dibutuhkan mekanisme pengawasan yang bertujuan mencegah terjadinya *error* di dalam proses dikarenakan SOP baru. Adapun *tools* yang biasa digunakan diantaranya *poka yoke* (*error proofing*), *kanban system*, *statistical process control* (SPC), dan sebagainya.

2.6 *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping (VSM) merupakan sebuah *tool* yang diadopsi dari perusahaan raksasa otomotif Jepang yaitu Toyota pada sistem produksinya. *Tool* ini diperlukan sebagai tahap awal sebelum melakukan pemetaan menyeluruh terhadap *core process* perusahaan. *Tool* ini dapat memberikan informasi mengenai proses pemenuhan permintaan, aliran informasi dan fisik, *waste* yang terjadi pada proses, serta *lead time* yang terdapat pada tiap proses didalam sistem tersebut (Hines dan Taylor, 2000).

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan didalam *value stream mapping*. Berikut ini adalah tahapan-tahapan *value stream mapping* (Hines dan Taylor, 2000):

1. *Customer requirement*

Mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang meliputi jenis produk, jumlah produk, kapan produk dibutuhkan, kapasitas pengiriman produk, jumlah pengiriman produk, dan banyaknya persediaan produk yang harus disimpan.

2. *Information flow*

Menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier*. Informasi tersebut antara lain pemesanan dan pembatalan kepada *supplier* oleh *customer*, waktu yang dibutuhkan untuk memproses setiap informasi, informasi apa saja yang disampaikan ke *supplier*, serta sistem pemesanan.

3. *Physical flow*

Menggambarkan aliran fisik. Aliran tersebut dapat berupa aliran material atau produk jadi dalam perusahaan. Termasuk di dalamnya adalah waktu yang diperlukan tiap proses, waktu total proses, titik terjadinya inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus pada tiap titik, jumlah produk yang dibuat dan dipindah pada tiap titik, jumlah produk yang diperiksa pada tiap titik, serta titik terjadinya *bottleneck*. Selain itu, aliran fisik tersebut juga dapat berupa jam kerja operasi, jumlah orang yang bekerja pada setiap stasiun kerja, waktu yang digunakan untuk berpindah pada tiap stasiun, dan menunjukkan letak *inventory* ditempatkan dan berapa banyak *inventory* yang ada.

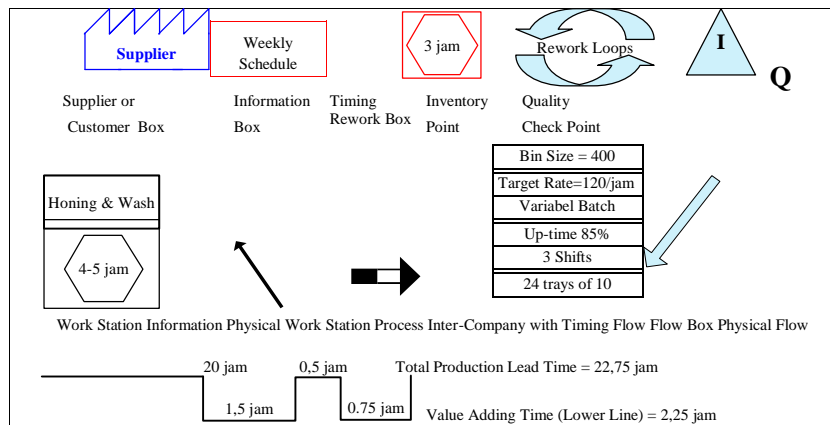
4. *Linking physical and information flow*

Pada tahapan ini aliran informasi dan aliran fisik akan dihubungkan dengan menggunakan anak panah. Adapun garis penghubung tersebut dapat berisi jadwal yang digunakan, dari dan untuk siapa informasi dan instruksi dikirim, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik, serta informasi lain yang mungkin diperlukan.

5. *Complete map*

Pada tahapan ini akan ditambahkan data-data berupa *lead time* dan *value adding time* pada aliran informasi dan aliran fisik yang telah dibuat.

Didalam *value stream mapping* terdapat berbagai macam simbol yang digunakan. Berikut ini adalah macam-macam simbol dan fungsi dari simbol yang digunakan dalam *value stream mapping*:



Gambar 2.1 Simbol-simbol *Value Stream Mapping* (Sumber : Hines dan Taylor. 2000)

2.7 9 Waste

Waste adalah hasil dari penggunaan sumber daya yang berlebih untuk menghasilkan suatu produk atau jasa, dapat dikatakan bahwa semakin besar jumlah *waste* yang dihasilkan maka semakin besar pula tingkat pemborosan sumber daya yang terjadi. Terdapat Sembilan jenis *waste* yang dapat diidentifikasi dalam sebuah perusahaan (Gasperz, 2006). *Waste* tersebut diantaranya *Environmental, health, and safety, Defect, Overproduction, Waiting, Not utilizing employees knowledge, skill, and ability, Transportation, Inventory, Motion,*

Excess processing. Sembilan waste ini pada umumnya disingkat dengan istilah E-DOWNTIME.

Berikut ini merupakan macam-macam E-DOWNTIME dan penjelasannya:

1. *Environmental, health, and safety*

Waste yang terjadi akibat tidak menjalankan prinsip *environmental health, and safety*. Contohnya kecelakaan kerja yang diakibatkan tidak menggunakan peralatan alat pelindung diri atau mematuhi SOP yang ada.

2. *Defect*

Waste yang terjadi akibat adanya kecacatan pada produk yang dihasilkan di dalam suatu proses produksi. Jumlah *defect* yang terjadi berhubungan dengan tingkat kualitas produk atau rendahnya performansi proses produksi.

3. *Overproduction*

Waste yang terjadi akibat jumlah produksi lebih dari jumlah permintaan konsumen. *Waste* jenis ini biasa terjadi pada perusahaan yang tidak melihat faktor permintaan konsumen (*make to stock*) atau perusahaan yang mempunyai masalah dengan kualitas sehingga akan memproduksi berlebih untuk memastikan bahwa permintaan konsumen dapat dipenuhi.

4. *Waiting*

Waste yang terjadi akibat adanya penggunaan waktu yang tidak efektif sehingga ada proses yang harus menunggu dan menjadikan keseluruhan proses terhambat. Penyebab terjadinya *waiting* atau biasa disebut *idle* dapat bermacam-macam, misalnya di dalam proses produksi yang meliputi *work in process* (WIP) maupun *bottleneck* pada mesin dan fasilitas yang ada.

5. *Not utilizing employees knowledge, skill, and ability*

Waste yang terjadi akibat sumber daya manusia yang ada tidak menggunakan pengetahuan, ketrampilan, dan kemampuan secara optimal. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pola perekrutan karyawan yang tidak sesuai dengan karakter perusahaan, atau kurangnya pelatihan dari perusahaan.

6. *Transportation*

Waste yang terjadi akibat tata letak (*layout*) yang kurang optimal. Contoh dari *waste* ini antara lain adalah pemindahan *material* yang terlalu sering, penundaan pergerakan *material*, dan sebagainya.

7. *Inventory*

Waste yang terjadi akibat jumlah persediaan yang berlebih dibandingkan dengan daya serap produk di pasar. Hal ini pada umumnya terjadi dikarenakan pihak perusahaan mengantisipasi *waste* yang terjadi di dalam proses produksi atau kurangnya penyesuaian antara jumlah produksi dengan permintaan pasar.

8. *Motion*

Waste yang terjadi akibat banyaknya pergerakan yang tidak memberi nilai tambah dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

9. *Excess processing*

Waste yang terjadi akibat langkah-langkah proses yang panjang dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. *Waste* ini meliputi proses atau prosedur yang tidak diperlukan di dalam suatu pekerjaan. Salah satu penyebab *waste* ini adalah pengerjaan ulang (*rework*).

2.8 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu tahapan mengidentifikasi dan menentukan akar penyebab dari suatu permasalahan tertentu dengan tujuan dapat menghasilkan dan menerapkan solusi langsung kepada inti penyebab dalam suatu permasalahan (Dogget, 2005). Metode RCA mempunyai tujuan yaitu membantu dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan terkait terjadinya suatu permasalahan. Di dalam penyusunan RCA, terdapat empat langkah yang harus dilakukan (Heuvel et al, 2008), yaitu:

1. *Data collection*

Mengumpulkan informasi data-data penting yang dibutuhkan terkait dengan permasalahan yang terjadi. Dengan data-data tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran detail atas suatu permasalahan.

2. *Causal factor charting*

Membuat sebuah gambaran dari permasalahan beserta dengan penyebab dan kondisi-kondisi yang memberikan pengaruh. Gambaran nantinya dibuat menggunakan diagram urutan dengan tes logika.

3. *Root cause identification*

Mengidentifikasi dengan lebih detail dengan bertujuan mendapatkan alasan di balik faktor penyebab terjadinya suatu permasalahan.

4. *Recommendation generation and implementation*

Memberikan rekomendasi alternatif solusi beserta dengan implementasi dalam batasan tertentu dengan tujuan mencegah terjadinya suatu permasalahan yang sama terulang kembali.

Terdapat berbagai metode evaluasi yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) dari suatu permasalahan. Lima metode yang sering digunakan dalam mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan (Gaspersz, 2006) adalah:

1. *Is/is not comparative analysis*

Metode komparatif antara satu penyebab dengan penyebab lainnya, yang digunakan untuk memberikan gambaran yang terperinci atas terjadinya akar penyebab suatu permasalahan yang sederhana.

2. *5 why method*

Metode analisis sederhana dengan lima pertanyaan yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan secara mendalam.

3. *Fishbone diagram*

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan, dimulai dari penyebab utama hingga penyebab-penyebab lainnya yang turut mendukung terjadinya permasalahan.

4. *Cause and effect matrix*

Metode berupa tabel matriks yang menggambarkan mengenai sebab akibat dalam suatu permasalahan, dengan memberikan bobot pada setiap akar penyebab suatu permasalahan.

5. *Root cause tree*

Metode analisis sebab akibat dengan penggambaran pohon penjabaran permasalahan, yang digunakan dalam mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan.

Metode analisis yang digunakan di dalam penelitian ini adalah *5 why method*. Penggunaan metode ini dikarenakan kebutuhan akan pemahaman yang mendalam akan suatu permasalahan dan selanjutnya mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan yang terjadi agar permasalahan yang sama tidak terjadi secara terus-menerus. (Hammond, 2008) membagi penyebab permasalahan *5 why method* ke dalam beberapa bagian sebagai berikut:

1. *Why ke-1 : Symptom*
2. *Why ke-2 : Excuse*
3. *Why ke-3 : Blame*
4. *Why ke-4 : Cause*
5. *Why ke-5 : Root Cause*

2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah pendekatan untuk menggambarkan beberapa hal, yaitu :

1. Semua kemungkinan kegagalan
2. Dampak kegagalan terhadap sistem (*severity*)
3. Kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*)
4. Kemungkinan terdeteksinya sebuah kegagalan (*detection*)

Keuntungan dari FMEA yaitu pendekatan ini dapat mengklasifikasikan kegagalan dengan rinci, sehingga mampu menunjukkan kegagalan-kegagalan kritis yang dapat berpengaruh fatal pada sistem, yang harus diantisipasi oleh *problem owner* (Pyzdek and Keller, 2010).

Langkah-langkah menyusun sebuah pendekatan FMEA adalah sebagai berikut (Wijaya, R. H. and J. Rahardjo, 2013):

1. Melakukan pengamatan terhadap proses.
2. Menentukan *defect potential* akan hasil pengamatan.
3. Mengidentifikasi penyebab dari *defect potential* yang ada.
4. Mengidentifikasi akibat yang dapat ditimbulkan.
5. Menetapkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
6. Memasukkan kriteria nilai sesuai dengan kriteria yang telah dibuat sebelumnya.
7. Mendapatkan nilai *Risk Potential Number* (RPN) yang diperoleh dengan cara mengkalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* (SOD).
8. Memusatkan perhatian pada nilai RPN yang tertinggi dan segera lakukan perbaikan terhadap *potential cause*, alat kontrol, dan efek yang diakibatkan.

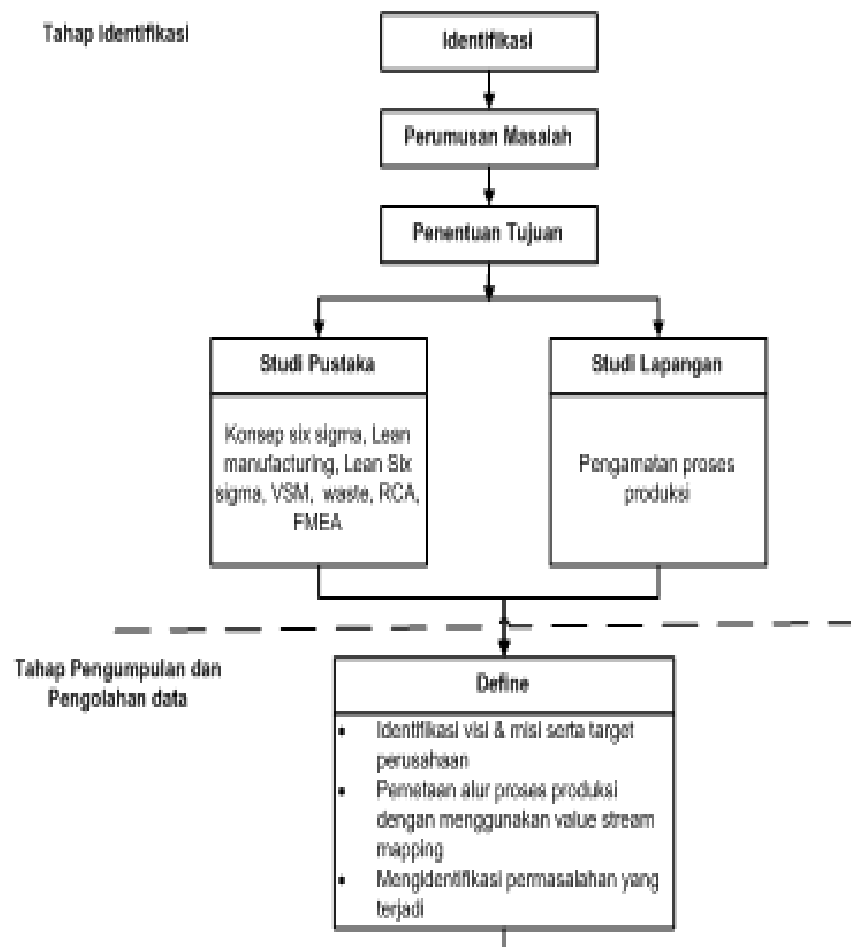
9. Memberikan rekomendasi alternatif perbaikan.
10. Membuat *quality plan*.

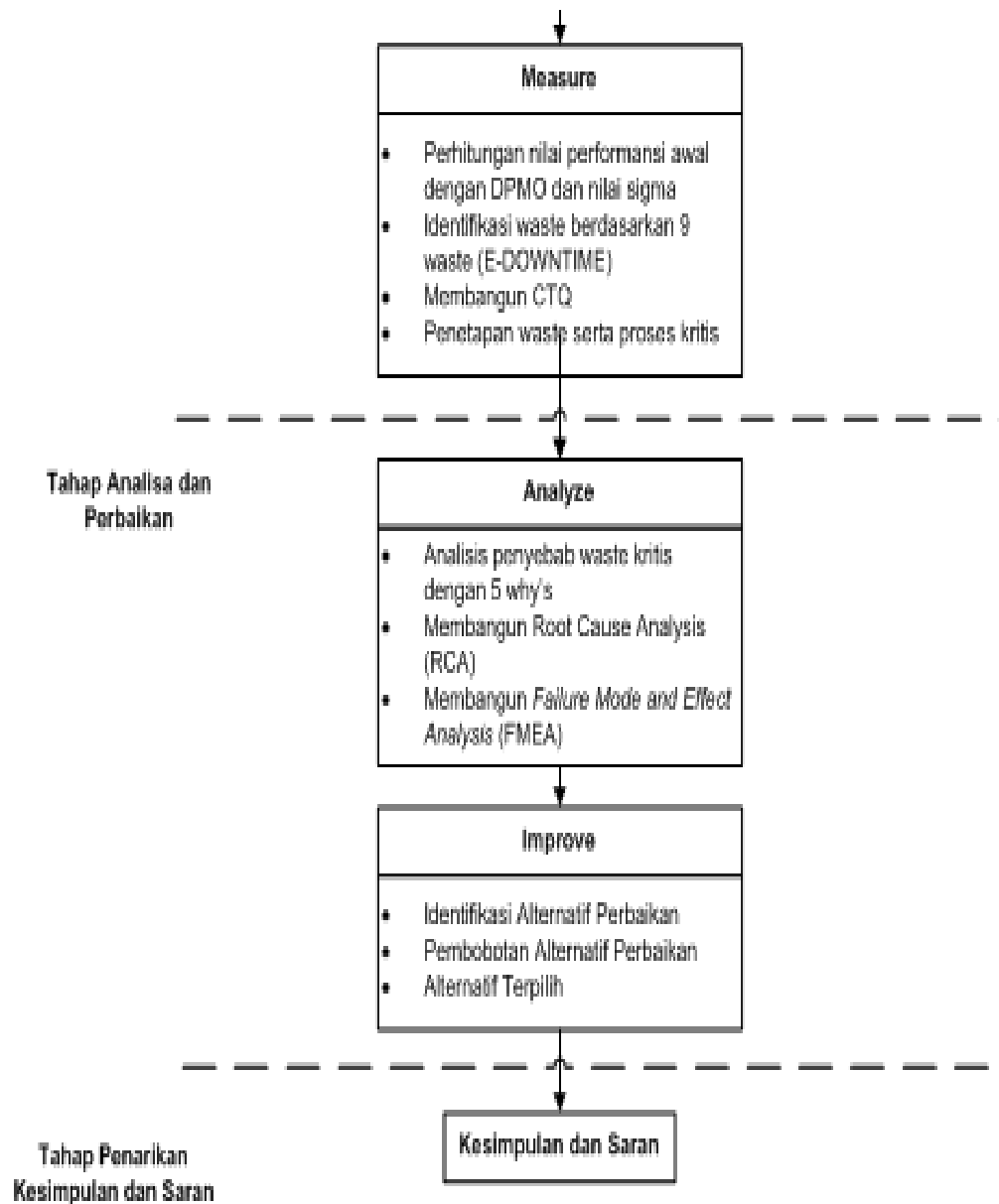
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan. Terdapat empat tahapan dalam penelitian ini yaitu tahap identifikasi permasalahan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa data dan perbaikan, dan tahap kesimpulan dan saran. Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mengarahkan penelitian agar lebih terstruktur.

Berikut ini adalah gambar diagram alir yang menunjukkan mengenai garis besar metodologi penelitian yang digunakan :





Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap objek amatan dalam penelitian tugas akhir ini. Identifikasi tersebut berguna untuk mencari

permasalahan-permasalahan apa yang terjadi pada objek amatan serta menentukan data-data apa saja yang dibutuhkan. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah, kemudian dirumuskan tujuan dari penelitian, permasalahan, serta manfaat dari penelitian tugas akhir yang dilakukan.

3.1.1 Perumusan Masalah dan Tujuan

Pada tahap ini yang harus dilakukan adalah menentukan objek yang akan diamati yang kemudian mencari permasalahan-permasalahan apa saja yang terjadi yang kemudian juga ditetapkan batasan dan asumsi.

3.1.2 Identifikasi

Tahapan identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan dua cara yang dikerjakan bersamaan, yaitu melakukan studi pustaka untuk mencari referensi-referensi konsep atau metode yang dapat mendukung penelitian yang akan dilakukan. Adapun literatur yang digunakan antara lain definisi dan detail dari *roll gilingan tebu* yang akan diamati, konsep *lean manufacturing*, *waste*, *six sigma*, *lean six sigma*, *DMAIC six sigma*, *RCA (Root Cause Analysis)*, *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*.

Dan studi lapangan adalah melakukan pengecekan langsung terhadap objek yang akan diteliti seperti melihat proses-proses yang terjadi dalam melakukan produksi pada perusahaan dan juga mencari permasalahan-permasalahan yang akan diangkat pada penelitian tugas akhir serta melakukan pengecekan apakah data-data yang dibutuhkan tersedia. Data-data tersebut juga akan mempengaruhi karena akan digunakan dalam pengolahan lanjutan pada penelitian ini.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahapan awal atau tahapan di mana metodologi *DMAIC six sigma* mulai digunakan. Untuk tahapan ini, yang mulai dilakukan adalah fase *define* dan *measure*.

3.2.1 Define

Pada fase ini dilakukan penggambaran atau pendefinisian permasalahan lebih lanjut. Permasalahan-permasalahan tersebut didapatkan dengan cara brainstorming dengan pihak manajemen perusahaan dan juga pengamatan langsung. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data terkait visi dan misi serta target perusahaan. Untuk penggambaran proses produksi dilakukan *Activity Classification*, *Operation Process Chart* (OPC) dan juga *Value Stream Mapping* (VSM).

3.2.2 *Measure*

Fase ini dilakukan perhitungan nilai performansi awal. *Waste* yang telah didefinisikan sebelumnya kemudian dapat ditentukan *waste* mana yang paling kritis dengan membandingkan nilai rupiah atau biaya dari masing-masing *waste* serta dibandingkan berdasarkan pembobotan yang disusun berdasarkan kuisioner yang diberikan kepada orang-orang di perusahaan.

3.3 Tahap Analisa dan Perbaikan

Pada tahap ini akan dibahas mengenai fase *analyze* dan *improvement* pada metodologi DMAIC.

3.3.1 *Analyze*

Fase *analyze* digunakan untuk menganalisa data yang telah diproses pada fase sebelumnya yaitu *measure*. Analisis diolah dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mencari akar penyebab dari terjadinya *waste* kritis, kemudian dilanjutkan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan menentukan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan alternatif.

3.3.2 *Improvement*

Fase *improvement* merupakan fase penyusunan *improvement* proses yang memungkinkan berdasarkan *output* dari RCA dan FMEA berupa proses atau aktifitas kritis yang akan menjadi fokus untuk *improvement*. Mengidentifikasi alternatif perbaikan, kemudian alternatif perbaikan dibobotkan dengan menggunakan *value engineering* untuk mendapatkan alternatif

perbaikan terpilih berdasarkan *value* terbesar atau berdasarkan pilihan dari perusahaan.

3.4 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari penelitian tugas akhir ini. Kesimpulan yang akan diberikan merupakan jawaban dari tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini. Dan saran berisi usulan-usulan yang diberikan kepada perusahaan dan juga untuk peneliti selanjutnya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengumpulan data serta pengolahan data-data yang telah didapatkan. Metode yang digunakan pada bab ini adalah dua tahap awal metodologi *lean six sigma* yaitu tahap *define* dan *measure*.

4.1 *Define*

Define merupakan tahapan awal pada metodologi *six sigma*. Tahap ini digunakan dalam mengidentifikasi berbagai permasalahan yang akan diselesaikan. Pada tahap ini juga akan dijelaskan mengenai permasalahan yang dijadikan sebagai amatan untuk tahap *improve*. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 periode yaitu Bulan Januari-Mei 2015.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum dari perusahaan Saka Indonesia Pangkah Limited (SIPL).

4.1.1.1 Profil Perusahaan

Saka Indonesia Pangkah Limited merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang hulu migas sebagai pemilik lapangan pengeboran (*owner company*) dan pemilik fasilitas pemurnian migas (*Onshore Processing Facility*). Awalnya Blok Pangkah dimiliki oleh Hess Energy, namun sejak tahun 2014 Blok Pangkah diakuisisi oleh anak perusahaan PGN persero (Perusahaan Gas Negara) yang bernama Saka Energi. Saat ini pengelolaan Blok Pangkah dimiliki dan dikelola 100% oleh Saka Energi Pangkah Limited (SIPL).

Proses produksi migas yang dilakukan di Saka Indonesia Pangkah Limited dimulai dari proses pengeboran yang dilakukan di lepas pantai dengan fasilitas *offshore* yang dibangun kurang lebih 30 km dari bibir pantai. Selanjutnya hidrokarbon yang diperoleh dari fasilitas *offshore* akan dikirim ke fasilitas pemurnian *onshore* dengan menggunakan jaringan pipa bawah laut. Proses

pemurnian (*refinery process*) yang dilakukan adalah proses pemisahan antara beberapa jenis produk akhir yang dihasilkan perusahaan.



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan PGN Saka

4.1.1.2 Visi, Misi, dan Tujuan Perusahaan

Saka Indonesia Pangkah Limited memiliki visi yaitu :

“To be a world-class upstream oil and gas company”

Untuk mendukung visi tersebut, perusahaan mempunyai misi yaitu :

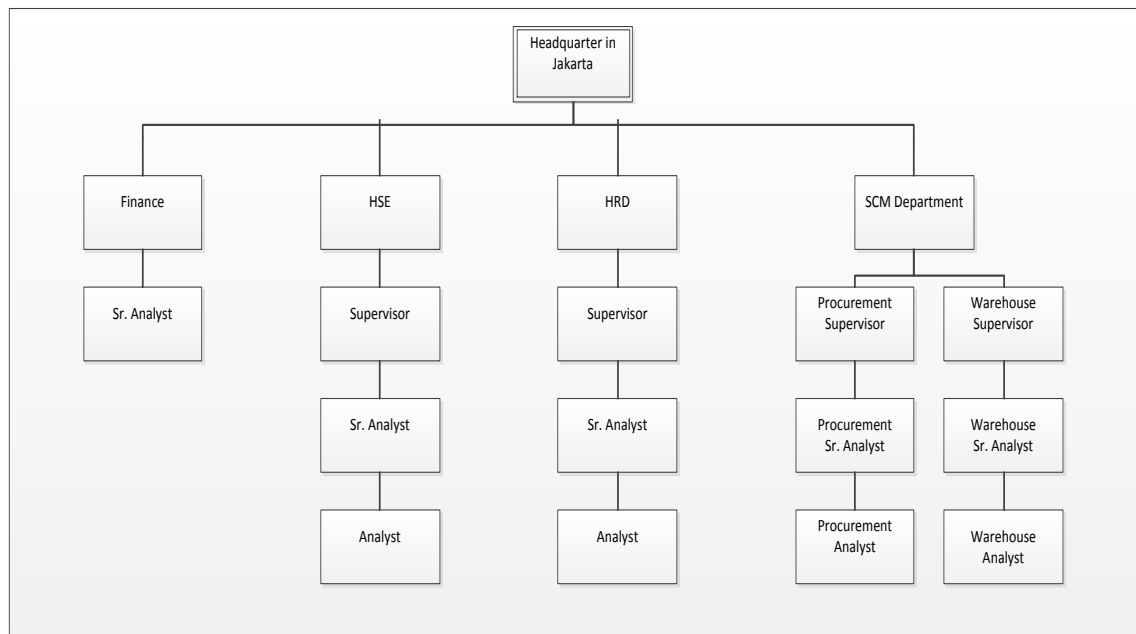
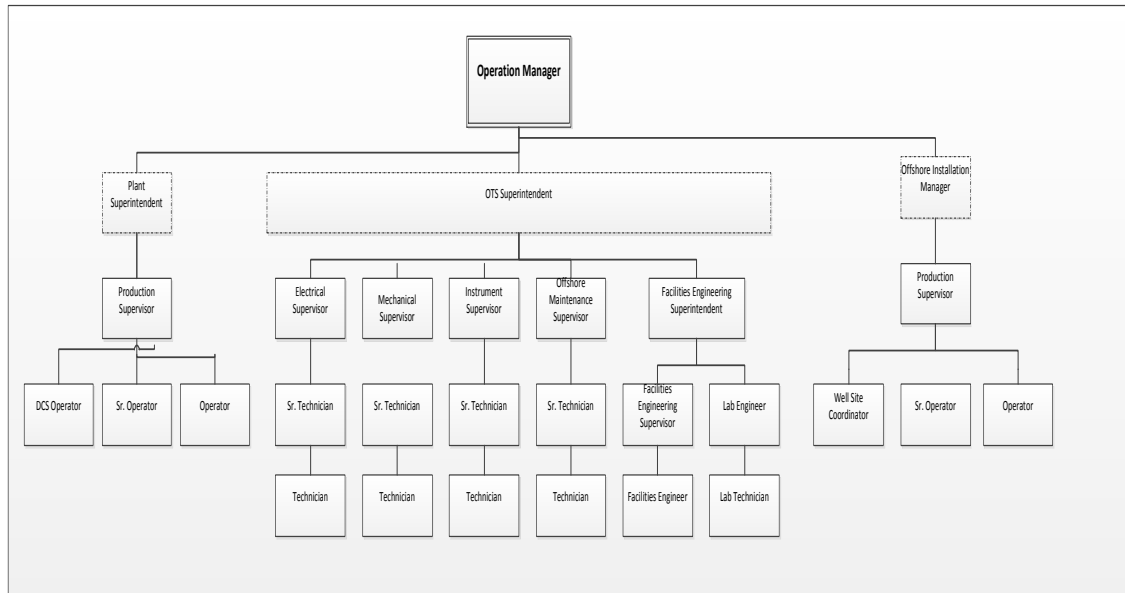
“To deliver value to its stakeholders through: A diversified portfolio of oil and gas assets, both conventional and non-conventional; Synergy with Saka’s parent company, PGN and its other subsidiaries; Operatorship of strategic oil and gas assets (both conventional and non-conventional)”

Sejalan dengan visi dan misi perusahaan, yaitu menjadi perusahaan hulu migas bertaraf internasional, penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan performansi proses pemurnian migas di perusahaan, khususnya proses pemurnian gas, untuk menghadapi persaingan industri migas yang bergerak di sektor hulu.

4.1.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Sebagai salah satu perusahaan besar di Indonesia, Saka Indonesia Pangkah Limited memiliki struktur organisasi yang cukup besar. SIPL merupakan anak perusahaan dari Perusahaan Gas Negara Persero (PGN Persero) yaitu Saka Energi Indonesia yang menangani Blok Pangkah di Gresik, Jawa Timur. Ada pun struktur organisasi memiliki perbedaan di setiap wilayah Blok yang dimiliki oleh PGN dikarenakan kebutuhan SDM yang berbeda-beda.

Berikut struktur organisasi dari Saka Indonesia Pangkah Limited :



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi Saka Indonesia Pangkah Limited

4.1.2 Gambaran Produk Amatan

Produk amatan dalam penelitian ini adalah gas alam. Di dalam proses pemurnian gas, Saka Indonesia Pangkah Limited bertindak sebagai pemilik fasilitas pemurnian, sekaligus operator langsung proses pemurnian gas. Dimana perusahaan memurnikan gas yang didapatkan dari hidrokarbon yang berasal dari pengeboran yang dilakukan oleh perusahaan.

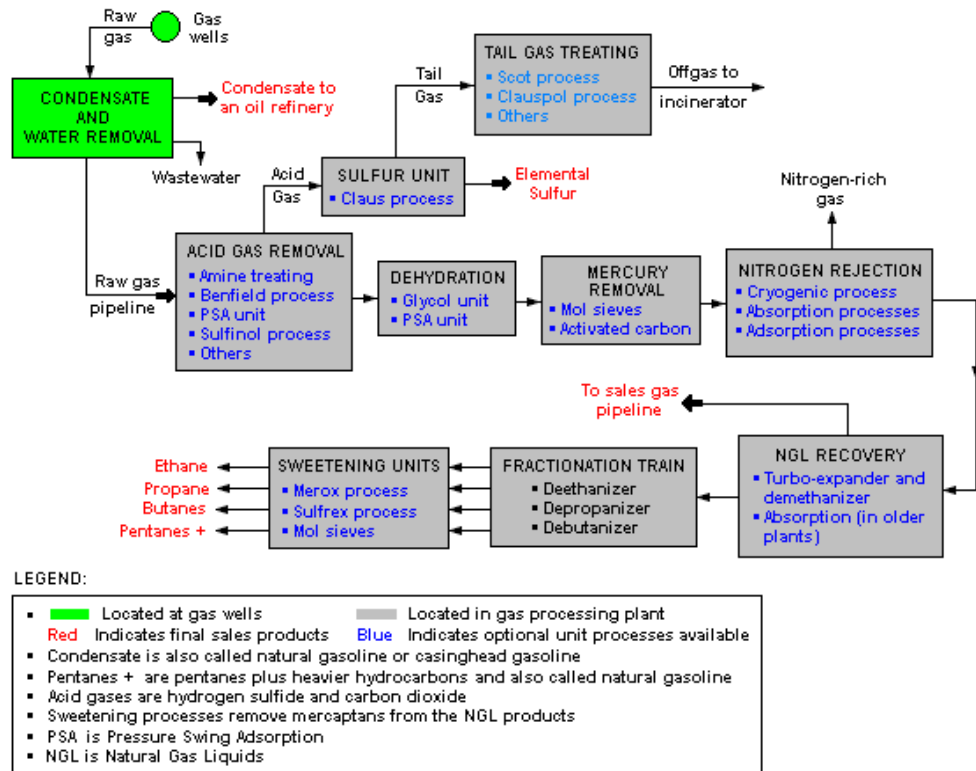
4.1.3 Proses Pemurnian Gas

Untuk proses pemurnian gas pada SIPL, ada beberapa tahapan proses yang harus dijalankan. Pada awalnya hidrokarbon akan mengalir dari fasilitas *offshore* menggunakan jaringan pipa bawah laut sejauh 30 km. Aliran hidrokarbon tersebut akan ditangkap oleh fasilitas bernama *pig catcher* dan *gas valve* yang akan mengontrol tekanan dan kuantitas dari aliran tersebut.

Selanjutnya aliran hidrokarbon tersebut akan dipisahkan dari air laut dan lumpur yang tercampur. Air laut dan lumpur yang tersaring kemudian akan diproses dan dibuang kembali ke laut dengan jaringan pipa. Aliran hidrokarbon yang sudah dimurnikan dari air laut dan lumpur tersebut kemudian akan dipisahkan menjadi 2 jenis yaitu gas dan minyak mentah.

Minyak mentah akan dialirkan ke fasilitas pengolahan minyak (*Oil Treating Facility*) sedangkan gas akan dialirkan ke fasilitas pengolahan gas dan LPG (*Gas Processing Facility & Liquid Petroleum Gas Facility*).

Berikut di bawah ini adalah *flowchart* dari *gas refinery process* :



Gambar 4. 3 *Flowchart* dari *gas refinery process*

Gas yang sudah dipisahkan dari minyak mentah dan pengotor kemudian akan melalui proses pemurnian dari gas asam (sulfur) dengan fasilitas *Amine Treating*. Gas sulfur yang tersaring kemudian akan diproses lebih lanjut untuk dibakar pada kondisi tertentu kemudian diolah dengan fasilitas *Tail Gas Treating* sehingga tidak mencemari lingkungan. Gas sulfur diolah dengan menggunakan fasilitas khusus dikarenakan sifat dari gas sulfur yang sangat mencemari lingkungan dan sangat berbahaya bagi manusia apabila terhirup.

Gas yang sudah dimurnikan dari kandungan sulfur kemudian akan dialirkan ke dalam *Dehydration Facility* dengan *Glycol Unit* dan *PSA Unit* guna menciptakan kondisi gas pada kondisi yang diinginkan. Selanjutnya gas akan dimurnikan dari kandungan merkuri (Hg) dengan *Mercury Removal Facility*.

Setelah gas dimurnikan dari kandungan merkuri (Hg), gas kemudian akan dialirkan ke dalam *Nitrogen Rejection Facility* yang akan memurnikan gas dari kandungan Nitrogen. Selanjutnya gas akan diproses menuju *NGL Recovery Facility* dan *Fractionation Train Facility*.

Tahap selanjutnya yaitu gas dialirkan menuju *Sweeting Gas Facility* yang berfungsi untuk memisahkan gas. Gas akan dipisahkan menjadi C1, C2, C3, C4, dan C5. Gas C1 dan C2 (sales gas) akan dialirkan lewat pipa bawah tanah untuk dialirkan ke Perusahaan Pembangkit Jawa-Bali. Sementara gas C3 dan C4 akan dialirkan menuju LPGF untuk diolah lebih lanjut menjadi LPG. LPG yang dihasilkan nantinya akan ditampung dalam *storage tank* terlebih dahulu sebelum dikirim menggunakan kapal tanker pada periode waktu tertentu kepada pembeli.

4.1.3.1 Proses *Condensate and Water Removal*

Pada proses ini hidrokarbon akan disaring dengan fasilitas yang sudah ada guna menghilangkan kandungan air, lumpur, kondensat, mau pun pengotor lainnya. Proses ini adalah proses penyaringan pertama dalam serangkaian proses pemurnian gas. Hasil dari proses ini diharapkan hidrokarbon yang dihasilkan memiliki kandungan air, lumpur, kondensat, dan pengotor yang sudah jauh berkurang dari sebelumnya.

4.1.3.2 Proses *Acid Gas Removal*

Pada proses ini hidrokarbon akan disaring dan dimurnikan kembali guna mendapatkan hidrokarbon yang lebih murni. Pada proses *acid gas removal* ini hidrokarbon yang mengalir akan disaring guna memisahkan gas asam dari aliran hidrokarbon. Ada pun gas asam yang akan disaring mencakup gas CO₂ atau gas karbon dioksida yang dianggap sebagai gas pengotor. Selain menyaring kandungan gas CO₂, pada proses ini juga akan disaring gas H₂S (hidrogen sulfida) yang bersifat sangat beracun bagi manusia.

4.1.3.3 Proses *Dehydration*

Pada proses ini hidrokarbon akan disaring untuk memisahkan kandungan H₂O yang mungkin masih terkandung dalam aliran hidrokarbon. Pemisahan kandungan H₂O ini dapat menggunakan material Glycol mau pun PSA.

4.1.3.4 Proses *Mercury Removal*

Pada proses ini hidrokarbon akan disaring untuk memisahkan kandungan Hg yang terkandung dalam hidrokarbon. Ada pun kandungan Hg ini bersifat pengotor dan beracun bagi manusia. Namun kandungan Hg ini dapat diolah nantinya sehingga dapat memiliki nilai guna.

4.1.3.5 Proses *Nitrogen Rejection*

Pada proses ini hidrokarbon akan disaring kembali guna memisahkan kandungan N₂ yang terkandung dalam aliran hidrokarbon. Kandungan N₂ bersifat beracun dan mengotori hidrokarbon. Namun dengan pengolahan lebih lanjut maka kandungan N₂ ini dapat ditingkatkan nilai gunanya.

4.1.3.6 Proses *NGL Recovery*

Pada proses ini hidrokarbon yang sudah dalam keadaan murni mulai dipisahkan satu per satu sesuai dengan sifat kandungan yang akan dijual kepada konsumen. Ada pun pada *NGL Recovery Process* ini kandungan C₁ dalam hidrokarbon akan dipisahkan dan akan dialirkan menuju *storage* khusus. Untuk selanjutnya akan dijual kepada konsumen

4.1.3.7 Proses *Fractionation Train*

Pada proses ini hidrokarbon kemudian akan dipisahkan kembali sesuai kandungan fraksi yang terkandung. Pada proses ini kandungan hidrokarbon akan dipisahkan menjadi C₂, C₃, C₄, dan kondensat (C₅ dsb). Kandungan C₂, C₃, dan C₄ akan dialirkan menuju *storage* masing-masing untuk selanjutnya dijual kepada konsumen. Sementara kondensat yang telah dipisahkan akan dikembalikan menuju aliran crude oil untuk dijual kepada konsumen.

4.1.3.8 Proses *Sweeting Gas*

Proses ini merupakan proses tambahan guna mengkondisikan gas tetap pada kondisi yang diinginkan hingga sampai di tangan konsumen. Dengan begitu kualitas dari gas yang dijual sesuai dengan perjanjian dengan konsumen. Proses ini mencakup pengkondisian suhu, tekanan, massa, volume, dll yang ada dalam setiap *storage tank* gas yang ada.

4.1.4 *Current State Value Stream Mapping*

Untuk mengukur performansi proses produksi perusahaan, penting dilakukannya pengamatan terhadap aliran proses produksi kondisi saat ini pada perusahaan tersebut. *Value stream mapping* (VSM) merupakan salah satu cara yang digunakan untuk menggambarkan aliran proses, baik aliran fisik mau pun aliran informasi. VSM merupakan gambaran kondisi saat ini dari proses pemurnian gas di SIPL.

Di dalam proses pemurnian, hidrokarbon yang akan dimurnikan diterima dari fasilitas offshore yang selanjutnya akan melalui beberapa tahapan proses hingga menjadi *end product* (C1-C5). Tahapan-tahapan pada proses pemurnian antara lain *Condensate and Water Removal*, *Acid Gas Removal*, *Dehydration*, *Mercury Removal*, *Nitrogen Rejection*, *NGL Recovery*, *Fractionation Train*, *Sweetening Gas*. Pada setiap prosesnya, masing-masing tahapan proses pemurnian memiliki waktu operasi yang berbeda-beda. Dimana masing-masing waktu proses produksi inilah yang mempengaruhi total waktu proses pemurnian gas di SIPL.

Gambar 4. 4 *Value Stream Mapping* dari proses pemurnian gas

4.1.5 Activity Classification

Prinsip *lean six sigma* pada dasarnya adalah meminimalkan *non-value added activity* yang pada akhirnya dapat berpotensi menyebabkan terjadinya *waste*. Aktivitas-aktivitas ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, *value added* (VA), *necessary non value added* (NNVA), dan *non value added* (NVA). Di dalam proses pemurnian gas di SIPL terdapat aktivitas-aktivitas yang berbeda-beda. Untuk itu, setiap aktivitas pada proses pemurnian perlu diklasifikasikan terlebih dahulu untuk menentukan apakah aktivitas-aktivitas yang dilakukan selama ini memiliki *added value* terhadap *end product*. Berikut klasifikasi aktivitas yang dijalankan oleh SIPL pada proses pemurnian gas.

Tabel 4.1 *Activity Classification Proses Condensate and Water Removal*

Proses Condensate and Water Removal				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Menerima hidrokarbon yang berasal dari sumur	v		
2	Mengatur volume aliran hidrokarbon	v		
3	Mengatur suhu dan tekanan dari aliran hidrokarbon	v		
4	Memisahkan material lumpur dari aliran hidrokarbon	v		
5	Memindahkan material lumpur ke tangki pembuangan		v	
6	Memisahkan material keras (kondensat) dari aliran hidrokarbon	v		
7	Memindahkan material kondensat ke tangki pembuangan		v	
8	Memisahkan kandungan air laut yang terkandung dalam aliran hidrokarbon	v		
9	Memindahkan kandungan air laut ke dalam tangki pembuangan		v	
Total Aktivitas		6	3	

Tabel 4.2 *Activity Classification Proses Acid Gas Removal*

Proses Acid Gas Removal				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Melakukan penyerapan gas asam dengan kandungan tidak pekat dengan menggunakan zat amine (CO ₂)	v		
2	Melakukan penyerapan gas asam dengan kandungan yang lebih pekat dengan zat benfield (CO ₂)	v		
3	Penyerapan gas asam cukup pekat dengan kandungan PSA (CO ₂ & H ₂ S)	v		
4	Menyerap gas asam yang terfraksi pekat dan beracun dengan menggunakan zat sulfinol dalam tabung bertekanan tinggi (H ₂ S)	v		
5	Gas asam yang masih terkandung dapat dialirkan dalam tabung besar untuk dilakukan <i>claus process</i> (H ₂ S)	v		
6	Gas asam bertekanan paling tinggi dan paling pekat apabila masih terkandung akan menuju tabung Scot & Clauspol (H ₂ S)	v		
Total Aktivitas		6		

Tabel 4.3 *Activity Classification Proses Dehydration*

Proses Dehydration				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Mengatur kembali tekanan, suhu, volume aliran hidrokarbon yang sudah bersih dari gas asam	v		
2	Memberikan glycol unit untuk penyerapan air yang masih tersisa	v		
3	Air yang tersisa akan dialirkan ke dalam mesin pendingin guna kebutuhan pendinginan		v	
4	Air yang terkandung berlebih pada sistem akan dipanaskan menjadi uap			v
5	Memberikan PSA unit untuk menyerap partikel-partikel air yang terkecil yang masih terkandung dalam aliran hidrokarbon	v		
6	Partikel air akan dialirkan menuju mesin pendingin atau dibuang kembali ke laut			v
Total Aktivitas		3	1	2

Tabel 4.4 *Activity Classification Proses Mercury Removal*

Proses Mercury Removal				
No.	Aktivitas	VA	NNV A	NVA
1	Menerima aliran hidrokarbon dan mengatur ulang suhu, tekanan, dan volume aliran		v	
2	Memastikan suhu, tekanan, dan volume aliran dari hidrokarbon telah sesuai		v	
3	Penyerapan merkuri (Hg) dengan proses <i>mol sieves</i> guna mendapatkan Hg berfraksi tidak pekat dan cukup pekat	v		
4	Mengalirkan merkuri yang terperangkap ke dalam tabung reaksi khusus		v	
5	Mengaktifkan karbonisasi guna menangkap kandungan Hg berfraksi pekat	v		
6	Mengalirkan merkuri berfraksi pekat dan sangat pekat dalam tabung reaksi khusus		v	
7	Memastikan sensor merkuri aman dan tidak ada lagi zat merkuri yang terkandung dalam aliran hidrokarbon		v	
Total Aktivitas		2	5	

Tabel 4.5 *Activity Classification Proses Nitrogen Rejection*

Proses Nitrogen Rejection				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Menerima aliran hidrokarbon dan mengatur ulang suhu, tekanan, dan volume aliran		v	
2	Menyerap kandungan Nitrogen (N ₂) yang terkandung pada aliran dengan zat cryogenic	v		
3	Memindahkan kandungan Nitrogen (N ₂) berfraksi kurang pekat menuju mesin <i>feeder</i>		v	
4	Penyerapan kembali Nitrogen (N ₂) yang masih terkandung dengan absorpsi zat pemancing Nitrogen	v		
5	Memindahkan kandungan Nitrogen (N ₂) berfraksi pekat dan berbahaya dalam tabung khusus guna mencegah adanya ledakan Nitrogen		v	
6	Proses <i>adsorption</i> untuk memastikan kandungan Nitrogen (N ₂) dalam aliran hidrokarbon sudah tidak ada lagi	v		
7	Memindahkan kandungan Nitrogen sangat pekat dan berbahaya menuju tabung khusus		v	

8	Memastikan sensor kebocoran Nitrogen tidak menyala, dan kandungan Nitrogen sudah tidak ada dalam aliran hidrokarbon		v	
Total Aktivitas		3	5	

Tabel 4.6 *Activity Classification* Proses NGL Recovery

Proses NGL Recovery				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Menerima aliran hidrokarbon dan mengatur ulang suhu, tekanan, dan volume aliran		v	
2	Memisahkan gas C1 dari hidrokarbon dengan mesin <i>turbo expander</i>	v		
3	Gas C1 yang telah terpisah akan dialirkan menuju tabung gas C1		v	
4	Melakukan pengkondisian gas C1 agar gas siap dialirkan kepada konsumen	v		
5	Melakukan penyerapan ulang gas C1 yang mungkin masih terkandung dalam aliran hidrokarbon yang ada	v		
6	Mengatur kondisi tekanan, suhu, dan volume gas C1 dalam tabung gas C1 untuk menjaga dan meningkatkan kualitas gas C1 yang akan dijual ke konsumen	v		
Total Aktivitas		4	2	

Tabel 4.7 *Activity Classification* Proses Fractionation Train

Proses Fractionation Train				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Menerima aliran hidrokarbon dan mengatur ulang suhu, tekanan, dan volume aliran		v	
2	Memisahkan kandungan gas C2 yang terkandung dan mengalirkan ke dalam storage tank	v		
3	Memisahkan kandungan gas C3 yang terkandung dan mengalirkan ke dalam tabung penyimpanan LPG dan dikirim dengan kapal tanker	v		
4	Memisahkan kandungan gas C4 yang terkandung dan mengalirkan ke dalam tabung penyimpanan LPG dan dikirim dengan kapal tanker	v		

5	Mengalirkan kondensat yang didapatkan ke dalam aliran <i>crude oil</i> , untuk dijual bersama dengan <i>crude oil</i>		v	
Total Aktivitas		3	2	

Tabel 4.8 *Activity Classification* Proses Sweetening Gas

Proses Sweetening Gas				
No.	Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	Pengkondisian gas C1 di dalam <i>storage tank</i> agar menjadi <i>sweet gas</i> dengan proses <i>merox</i>	v		
2	Pengkondisian gas C2 di dalam <i>storage tank</i> agar menjadi <i>sweet gas</i> dengan proses <i>sulfrex</i>	v		
3	Pengkondisian gas LPG (C3 & C4) yang ada di dalam LPG tank dengan proses <i>Mol Sieves</i>	v		
Total Aktivitas		3		

Tabel 4.9 Rekap Aktivitas Proses Pemurnian Gas

No.	Aktivitas	Jumlah Aktivitas	VA	NNVA	NVA
1	<i>Condensate and Water Removal</i>	9	6	3	
2	<i>Acid Gas Removal</i>	6	6		
3	<i>Mercury Removal</i>	6	3	1	2
4	<i>Dehydration</i>	7	2	5	
5	<i>Nitrogen Rejection</i>	8	3	5	
6	<i>NGL Recovery</i>	6	4	2	
7	<i>Fractionation Train</i>	5	3	2	
8	<i>Sweetening Gas</i>	3	3		
Total		50	30	18	2
%			60%	36%	4%

Berdasarkan aktivitas-aktivitas di atas, terlihat bahwa selama berjalannya proses pemurnian gas terdapat total *value added activity* sebanyak 30 (60%) aktivitas, total *necessary non value added* sebanyak 18 (36%) aktivitas, dan *non value added* sebanyak 2 (4%) aktivitas. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat *non value added activity* selama proses produksi berlangsung. Selain itu besarnya jumlah aktivitas *necessary non value added* dapat

menimbulkan berbagai kemungkinan, bisa menjadi *value added activity* atau bahkan bisa menjadi *non value added activity*.

4.1.6 Identifikasi Waste Terhadap Key Performance Indicator (KPI)

Untuk mengetahui *waste* apa saja yang dapat berpengaruh terhadap peningkatan performansi pemurnian gas perusahaan, perlu dilakukan klasifikasi terlebih dahulu *waste* berdasarkan pengaruhnya terhadap *key performance indicator* (KPI) proses pemurnian gas perusahaan. Berikut merupakan klasifikasi *waste* berdasarkan pengaruhnya terhadap KPI proses pemurnian gas di SIPL.

Tabel 4.10 Klasifikasi *Waste* Berdasarkan KPI

<i>Key Perfomance Indicator</i>	<i>Waste</i>
Kualitas	<i>Defect</i>
Biaya	<i>Overproduction</i>
	<i>Inventory</i>
Pengiriman	<i>Waiting</i>
	<i>Transportation</i>
	<i>Motion</i>
	<i>Excess processing</i>
Safety	<i>Environmental, health, and safety</i>
	<i>Not utilizing knowledge, skill, and ability</i>

Dari Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa terdapat empat indikator performansi proses pemurnian gas di perusahaan dan sembilan *waste* yang dapat mempengaruhi peningkatan performansi proses pemurnian gas pada SIPL. Adapun peningkatan indikator kualitas perusahaan dipengaruhi oleh *defect* pada proses pemurnian. Ini disebabkan semakin tingginya jumlah *defect* yang dihasilkan, maka kualitas proses pemurnian yang dilakukan akan semakin rendah.

Sementara peningkatan indikator biaya proses pemurnian dipengaruhi oleh dua *waste*, yaitu *overproduction* dan *inventory*. Dimana kedua *waste* ini dapat mempengaruhi pengeluaran biaya perusahaan dalam proses produksi. Sedangkan indikator pengiriman proses produksi dipengaruhi oleh *waiting*, *transportation*, *motion*, dan *excess processing*. Keempat *waste* ini akan berpengaruh terhadap

lead time proses pemurnian. Sedangkan indikator *safety* dipengaruhi oleh *environmental, health, and safety* dan *not utilizing knowledge, skill, and ability*. Semakin baik lingkungan kerja dan kemampuan pekerja dalam mengoperasikan alat pada proses pemurnian, maka *safety* para pekerjanya akan semakin terjaga.

4.1.6.1 KPI Kualitas

Indikator kualitas lebih menekankan pada kualitas *end product* yang dihasilkan dari proses pemurnian. Identifikasi klasifikasi *waste* yang tergolong dalam KPI kualitas adalah *defect*. *Defect* merupakan *waste* yang disebabkan karena produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan kualitas dan spesifikasi yang diinginkan oleh perusahaan.

Waste ini akan mempengaruhi KPI kualitas proses pemurnian gas pada SIPL. Hal ini dikarenakan semakin banyak produk yang dihasilkan *defect* dan tidak sesuai keinginan perusahaan, maka performansi kualitas proses pemurnian tersebut akan semakin rendah. Berikut rekap data jumlah *defect* dan kapasitas pemurnian gas di SIPL.

Tabel 4.11 Target Produk Akhir yang Dihasilkan

Periode	Fraksi Kandungan <i>End Product</i>	Persentase Kandungan
1	N2	1,24
2	C1	88,22
3	C2	4,77
4	C3	4,15
5	i-C4	0,05
6	n-C4	0,01
7	i-C5	1,28
8	n-C5	0,01
9	CO2	0,25
10	H2S	0,0001
	Total	99,99

Tabel 4.12 Kondisi Rata-Rata Aktual Produk Akhir yang Dihasilkan

Periode	Fraksi Kandungan <i>End Product</i>	Persentase Kandungan
1	N2	4,13
2	C1	81,54
3	C2	4,84
4	C3	2,03
5	i-C4	0,04
6	n-C4	0,02
7	i-C5	4,08
8	n-C5	1,04
9	CO2	2,26
10	H2S	0,0002
	Total	99,99

Pada Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa persentase hasil akhir produk yang dihasilkan mengalami perbedaan dengan target yang diinginkan perusahaan. Selain itu jumlah kuantitas produk akhir aktual yang dihasilkan mengalami penurunan selama bulan Januari – Mei 2015.

Adapun jumlah produk akhir proses pemurnian gas yang didapatkan perusahaan Saka Indonesia Pangkah Limited adalah:

Tabel 4.13 Jumlah Total Produk Akhir SIPL

	Bulan (2015)					Total
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	
Total 5 bulan	1450,18	1324,68	1408,02	1315,2	1304,48	6807,986
Total per hari	46,78	47,31	45,42	43,84	42,08	225,43

*) Jumlah gas per bulan dinyatakan dalam satuan Mmscf

*) Jumlah gas per hari dinyatakan dalam satuan Mmscfd

*) Jumlah total produk akhir gas sudah termasuk kondensat (C5, N2, dll)

*) Dapat diambil rata-rata produksi dari Januari-Mei 2015 sebesar 45,086 Mmscfd
(45,086 Mmscfd x 151 hr = 6807,986 Mmscf)

*) Target perusahaan untuk produk akhir gas selama tahun 2015 sebesar 46,812 Mmscfd ($46,812 \text{ Mmscfd} \times 151 \text{ hr} = 7068,612 \text{ Mmscf}$)

4.1.6.2 KPI Biaya

Indikator biaya lebih menekankan pada biaya yang dikeluarkan perusahaan termasuk biaya proses pemurnian dan operasional perusahaan. Identifikasi klasifikasi *waste* yang tergolong dalam KPI biaya adalah *overproduction* dan *inventory*.

4.1.6.2.1 *Overproduction*

Overproduction adalah *waste* yang terjadi akibat jumlah *end product* yang lebih dari jumlah permintaan yang ada. Pada proses pemurnian gas, Saka Indonesia Pangkah Limited bertindak sebagai perusahaan pengeboran sekaligus pemurnian migas. Dimana perusahaan ini akan memproduksi migas sesuai dengan kontrak yang telah dibuat dengan perusahaan yang akan membeli *end product* perusahaan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *waste* jenis ini tidak terjadi dan tidak mempengaruhi KPI biaya pada proses pemurnian gas.

4.1.6.2.2 *Inventory*

Inventory adalah *waste* yang terjadi akibat jumlah *end product* yang lebih dari kapasitas *inventory* yang dimiliki oleh perusahaan. Dengan adanya kelebihan kapasitas *inventory* tersebut, perusahaan akan mengalami kerugian. Pada proses pemurnian gas, Saka Indonesia Pangkah Limited memproduksi dan memurnikan migas sesuai dengan kontrak yang telah dibuat dengan perusahaan yang akan membeli *end product* perusahaan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *waste* jenis ini tidak terjadi di perusahaan.

4.1.6.3 KPI Pengiriman

Indikator pengiriman lebih menekankan pada *lead time* proses pemurnian. Dimana *lead time* proses pemurnian ini akan berpengaruh pada ketepatan waktu pengiriman *end product*. Identifikasi klasifikasi *waste* yang tergolong dalam KPI pengiriman antara lain *waiting*, *transportation*, *motion*, dan *excess processing*

4.1.6.3.1 *Waiting*

Waiting adalah *waste* yang terjadi akibat adanya waktu proses pemurnian yang tidak efektif. *Waste* ini erat kaitannya dengan waktu *downtime* untuk setiap mesin pemurnian. Adapun *downtime* yang terjadi di dalam proses pemurnian dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis *downtime*, yaitu *planned downtime* dan *financial downtime*. *Planned downtime* merupakan *downtime* yang terencana. Aktivitas yang termasuk klasifikasi *planned downtime* adalah *preventive maintenance*. Sedangkan *financial downtime* merupakan *downtime* yang tidak terencana dimana *downtime* jenis ini tidak mudah untuk diprediksi. Aktivitas-aktivitas yang termasuk klasifikasi *financial downtime* adalah kecelakaan kerja, kebocoran gas, pekerja yang tidak masuk kerja tanpa pemberitahuan, *facility breakdown*, *facility adjustment*, dll.

Di dalam proses pemurnian gas pada SIPL, aktivitas *waiting* dapat mempengaruhi KPI pengiriman *end product* dari perusahaan. Hal ini karena aktivitas ini dapat mengakibatkan *lead time* proses pemurnian semakin panjang. Selain itu, *waste* ini dapat menambah biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Tabel 4.14 Waktu *Waiting* Proses Pemurnian Gas

Bulan (2015)	Total <i>waiting</i> (jam)	Waktu operasi (jam)	% <i>Waiting</i>
Januari	37	744	4,9 %
Februari	36	672	5,3%
Maret	38	744	5,1%
April	37	720	5,13%
Mei	36	744	4,83%
Total	184	3624	5,07%

Berdasarkan Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa total waktu *waiting* yang menyebabkan aktivitas *waiting* di dalam proses pemurnian gas di SIPL adalah 184 jam selama kurun waktu pengamatan (Januari-Mei 2015). Waktu *waiting* yang terjadi rata-rata yaitu 5,07% dari total keseluruhan waktu operasi.

4.1.6.3.2 *Transportation*

Transportation merupakan *waste* berdasarkan tata *layout* proses pemurnian gas yang kurang optimal sehingga menyebabkan ketidakefisienan dalam proses perpindahan material mau pun pekerja. Di dalam *waste transportation* berdasarkan tata *layout*, tidak terdapat *waste* ini dikarenakan tata *layout* proses pemurnian yang dimiliki oleh perusahaan sudah diperhitungkan dengan baik. Sedangkan untuk *waste transportation* berdasarkan aktivitas logistik juga tidak terjadi. Hal ini dikarenakan aktivitas logistik perusahaan sudah berjalan dengan baik. Dimulai dari kedatangan hidrokarbon yang dikirim dari fasilitas *offshore* hingga pengiriman *end product* ke perusahaan yang membeli. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *waste transportation* tidak terjadi pada proses pemurnian gas pada SIPL dan tidak berpengaruh terhadap KPI pengiriman perusahaan.

4.1.6.3.3 *Motion*

Waste jenis ini merupakan *waste* yang mengacu pada pergerakan yang tidak memberikan nilai tambah dan tidak seharusnya selama proses pemurnian berjalan. Contoh *waste motion* terjadi pada operator, yaitu terdapatnya aktivitas-aktivitas yang tidak diperlukan seperti operator ke kamar mandi, mengobrol dengan operator lainnya, dan aktivitas-aktivitas lain yang tidak sesuai dengan *standard operation procedure* (SOP) yang ada. Akan tetapi *waste motion*, baik *motion* material maupun operator, tidak terlalu berpengaruh terhadap KPI pengiriman dari proses pemurnian gas pada SIPL. Hal ini dikarenakan *motion* yang dilakukan operator tidak mempengaruhi *lead time* proses pemurnian. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi *waste* berupa *motion* pada proses pemurnian gas di SIPL.

4.1.6.3.4 *Excess processing*

Excess processing merupakan *waste* yang terjadi akibat langkah-langkah proses yang lebih panjang daripada yang seharusnya sepanjang proses pemurnian. Adapun aktivitas yang termasuk ke dalam kategori *waste* ini yaitu aktivitas operasi yang dilakukan secara berulang-ulang (*rework*). Sistem pemurnian gas

yang ada telah berjalan sesuai dengan rancangan awal dari perusahaan, sehingga dapat dikatakan tidak terjadi *waste* berupa *excess processing* di perusahaan.

4.1.6.4 KPI *Safety*

Indikator *safety* lebih menekankan pada kondisi lingkungan kerja, kesehatan, dan keselamatan pekerja. Identifikasi klasifikasi *waste* yang tergolong dalam KPI *safety* adalah *environmental, health, and safety* (EHS).

4.1.6.4.1 *Environmental, health, and safety*

Environmental, health, and safety (EHS) adalah *waste* yang berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja, kesehatan, dan keselamatan pekerja. Selama proses pemurnian gas berlangsung, terdapat banyak jenis gas yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan yang dihasilkan. Perusahaan memerlukan fasilitas khusus untuk melakukan proses filterisasi gas-gas tersebut supaya tidak mempengaruhi manusia mau pun lingkungan. Gas-gas tersebut merupakan gas pengotor yang tidak dibutuhkan oleh perusahaan.

Fasilitas yang diperlukan adalah fasilitas penanganan limbah gas N₂, CO₂, Hg, mau pun H₂S. Penanganan gas-gas beracun tersebut memerlukan biaya yang besar untuk menjamin kualitas penanganan yang memberikan keamanan. Ada pun setiap *waste* yang memerlukan biaya EHS yang sangat besar selama proses pemurnian gas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15 *Waste* berupa EHS yang Terjadi Dalam Proses Pemurnian

Jenis Inventory	Jumlah Fasilitas	Biaya Setiap Fasilitas/bulan
Fasilitas Pembuangan CO ₂	3	Rp51.082.300
Fasilitas Pembuangan H ₂ S	3	Rp74.970.800
Fasilitas Pembuangan Hg	3	Rp82.189.000
Fasilitas Pembuangan N ₂	2	Rp56.782.600
Total	15	Rp107.864.900

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa total *waste* EHS yang ada pada proses pemurnian gas SIPL terdiri dari biaya penanganan gas-gas buangan seperti gas CO₂, H₂S, Hg, dan N₂. Ada pun jumlah fasilitas penanganan gas buang terdiri dari 15 fasilitas.

4.1.6.4.2 *Not utilizing knowledge, skill, and ability*

Waste ini merupakan jenis pemborosan sumber daya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan yang dimiliki seorang karyawan secara optimum. *Waste* jenis ini juga dapat berupa pola perekrutan pekerja di perusahaan yang tidak baik, sehingga karyawan yang dipekerjakan tidak memiliki kompetensi yang sesuai dengan harapan perusahaan.

Pada proses pemurnian gas, karyawan yang dimiliki sudah dipergunakan secara optimum, tidak ditemukan adanya karyawan yang tidak melakukan suatu pekerjaan atau *idle*. Secara keseluruhan tidak ada pengaruh *waste* ini terhadap KPI *safety* proses pemurnian gas pada SIPL.

4.2 *Measure*

Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran terhadap *waste* yang mempengaruhi KPI pada proses pemurnian gas di SIPL. Setelah dilakukan tahap pengukuran ini, akan ada hasil yang akan dijadikan sebagai dasar penentuan *waste* kritis yang mempengaruhi KPI yang nantinya akan dilakukan analisa lebih lanjut.

4.2.1 *Waste Measurement*

Setelah dilakukan identifikasi terhadap *waste* yang mempengaruhi KPI pada proses pemurnian gas, maka pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran terhadap nilai dari setiap *waste* yang terjadi.

4.2.1.1 KPI Kualitas

Waste yang mempengaruhi KPI kualitas di dalam meningkatkan performansi proses pemurnian gas di SIPL ditentukan *waste defect*. *Defect* merupakan cacat pada produk atau ketidaksesuaian spesifikasi produk dengan

keinginan konsumen. Perhitungan *waste defect* ditentukan berdasarkan seberapa banyak total *defect* produk yang terjadi. Tahapan awal dalam pengukuran *waste* ini yaitu dengan menghitung nilai sigma terhadap *defect* yang terjadi dan kapasitas pemurnian gas secara keseluruhan. Berikut rekap data dan prosentase *defect* proses pemurnian gas pada SIPL.

Tabel 4.16 Rekap *Defect* Pada Produk Akhir

Jenis Produk Akhir	Target Perusahaan Untuk Produk Akhir (Persentase)	Realisasi Untuk Produk Akhir (Persentase)
C1	88,22	81,54
C2	4,77	4,84
C3	4,15	2,03
C4	0,06	0,06
Total C1-C4	97,2	88,47
C5 dan Kondensat	2,79	11,52
Total Produk Akhir	99,99	99,99

Pada Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa total *defect* produk akhir pada proses pemurnian gas tidak mencapai target. Perusahaan menargetkan jumlah C1-C4 yang dihasilkan sebesar 97,2%. Sementara jumlah *defect* (C5 dan kondensat) yang diinginkan sebesar 2,79%. Ada pun C5 dan kondensat lainnya dianggap sebagai *defect* dikarenakan tidak memiliki nilai jual. Gas C5 dan kondensat lainnya justru membutuhkan fasilitas khusus berbiaya besar guna filterisasi dan normalisasi, hal ini dikarenakan sifatnya yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan di sekitarnya.

Sementara untuk realisasi produk akhir yang dihasilkan oleh perusahaan sendiri tidak memenuhi target. Hasil akhir menunjukkan jumlah C1-C4 yang dihasilkan sebesar 88,47% dari total produk akhir yang dihasilkan. Sementara jumlah *defect* (C5 dan kondensat) yang dihasilkan adalah 11,52%. Dari perhitungan ini dapat diketahui bahwa realisasi hasil dari produk akhir mengalami peningkatan jumlah defect sebesar 11,52% - 2,79% yaitu 8,73%.

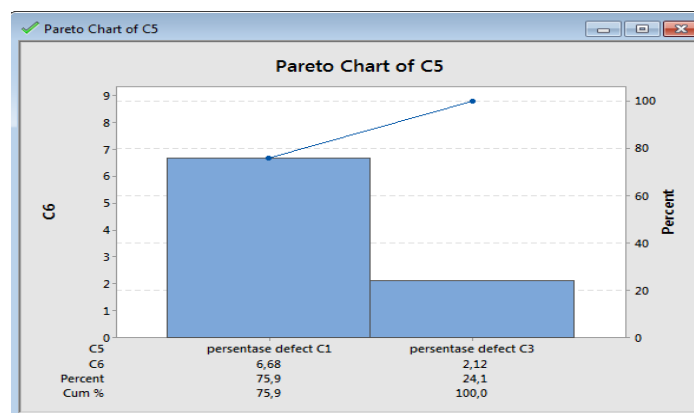
Tabel 4.17 Jumlah Total Realisasi Produk Akhir SIPL

	Bulan (2015)					Total
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	
Total 1 bulan	1450,18	1324,68	1408,02	1315,2	1304,48	6807,986
Total per hari	46,78	47,31	45,42	43,84	42,08	225,43

- *) Jumlah gas per bulan dinyatakan dalam satuan Mmscf
- *) Jumlah gas per hari dinyatakan dalam satuan Mmscfd
- *) Jumlah total produk akhir gas sudah termasuk kondensat (C5, N2, dll)
- *) Dapat diambil rata-rata produksi dari Januari-Mei 2015 sebesar 45,086 Mmscfd
(45,086 Mmscfd x 151 hr = 6807,986 Mmscf)
- *) Target perusahaan untuk produk akhir gas selama tahun 2015 sebesar 47,812 Mmscfd
(47,812 Mmscfd x 151 hr = 7219,612 Mmscf)

Dari tabel 4.17 dapat diketahui bahwa realisasi jumlah produk akhir yang dihasilkan oleh perusahaan selama kurun waktu Januari-Mei 2015 tidak memenuhi target jumlah akhir yang diinginkan. Perusahaan menargetkan produk akhir yang dihasilkan yaitu sebesar 47,812 Mmscfd, sementara realisasi hasil akhir rata-rata hanya sebesar 45,086 Mmscfd. Dengan kata lain terdapat kekurangan sebesar 2,726 Mmscfd.

Gambar 4. 5 *Pareto Chart* dari Realisasi *Waste Defect*



Berikut merupakan perhitungan nilai *sigma* dari *waste defect* pada proses pemurnian gas di SIPL.

Tabel 4. 18 Nilai Sigma *Waste Defect*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	6807,986
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	784,956
Defect per Unit	0,1153
Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,058
DPMO	57650
Nilai Sigma	3,08

Dari tabel 4.18 dapat diketahui bahwa nilai sigma *waste defect* perusahaan yaitu sebesar 3,27. Ada pun nilai *defect per unit* adalah 0,1153, dan jumlah CTQ adalah 2 yang diambil dari kandungan C1 dan C3 yang tidak sesuai dengan target perusahaan SIPL. Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ adalah 0,058 dan nilai DPMO sebesar 57.650.

Kemudian dari sudut pandang *financial* biaya terbesar adalah karena terjadinya penurunan jumlah total produk akhir dibandingkan dengan target yang dibuat oleh perusahaan. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami kerugian langsung dari selisih jumlah gas yang dihasilkan. Berikut ini adalah perhitungan total kerugian yang diderita perusahaan selama periode Januari – Mei 2015.

Tabel 4. 19 Kerugian Berdasarkan Selisih dari Target dan Realisasi Produk Akhir

Jenis Kerugian	Target Perusahaan	Jumlah Gas	Realisasi	Jumlah Gas	Selisih Target-Realisasi
Jumlah C1	88,22 %	6369,14	81,54 %	5551,23	817,91
Jumlah C2	4,77 %	344,37	4,84 %	329,51	14,86
Jumlah C3	4,15 %	299,61	2,03 %	138,21	161,4
Jumlah C4	0,06 %	4,33	0,06 %	4,08	0,25
Total	97,2 %	7017,45	88,47 %	6023,03	994,42
Total Produk Akhir	7219,612 Mmscf		6807,986 Mmscf		

Untuk tingkat target produk akhir yang diharapkan perusahaan sebesar 97,2% produk yang akan dijual dari target total produk akhir sebesar 7219,612 Mmscf. Sementara itu realisasi yang terjadi di perusahaan adalah perusahaan hanya mendapatkan 88,47% produk yang akan dijual dari total produk akhir gas sebesar 6807,986 Mmscf. Dengan demikian terdapat tingkat selisih gas sejumlah 7017,45 Mmscf – 6023,03 Mmscf yaitu sebesar 994,42 Mmscf gas yang seharusnya berhasil didapatkan oleh perusahaan.

Tabel 4.20 Kerugian Perusahaan akibat Terjadinya *Defect*

Jenis Kerugian	Selisih Target dan Realisasi	Harga Jual / Mmscf (US\$)	Total Kerugian Perusahaan (US\$)
Jumlah C1	817,91	3081	2.519.980,71
Jumlah C2	14,86	3081	45.783,66
Jumlah C3	161,4	4887,9	788.907,06
Jumlah C4	0,25	4887,9	1.221,975
Total	994,42		2.521.202,685

Dari Tabel 4.20 dapat diketahui bahwa harga jual *end product* dari proses pemurnian gas dibagi menjadi 2 jenis harga. Jenis harga yang pertama adalah harga jual gas LNG, di mana gas LNG termasuk di dalamnya adalah gas C1 dan C2. Sedangkan jenis harga yang kedua adalah harga jual gas LPG, dimana gas LPG termasuk di dalamnya adalah gas C3 dan C4.

Harga jual gas LNG dihitung berdasarkan konversi satuan yaitu 1 Mmscf setara dengan 1027 Mmbtu. Di mana harga jual untuk setiap 1 Mmbtu adalah \$3 (<http://www.bloomberg.com/energy/lng/pricetoday>), jadi dapat disimpulkan bahwa harga jual gas LNG setiap 1 Mmscf adalah sebesar \$3081 atau setara dengan Rp 41.285.400 (kurs \$1 = Rp 13.400). Total kerugian perusahaan sendiri dari penjualan gas LNG sebesar Rp 34.381.242.558 selama 5 bulan waktu pengamatan.

Harga jual gas LPG sendiri dihitung berdasarkan konversi satuan yaitu 1 Mmscf setara dengan 5,431 metric ton LPG. Di mana harga jual 1 metric ton LPG adalah \$900 (<http://www.bloomberg.com/energy/lpg/pricetoday>), jadi dapat disimpulkan bahwa harga jual gas LPG setiap 1 Mmscf adalah sebesar \$4887,9 atau setara dengan Rp 65.497.860 (kurs \$1 = Rp 13.400). Total kerugian yang diderita perusahaan sendiri dari penjualan gas LPG sebesar Rp 10.587.729.069 selama 5 bulan waktu pengamatan.

Jadi total kerugian perusahaan berdasarkan *waste defect* dalam kurun waktu 5 bulan kurang lebih sebesar Rp 44.968.971.627.

4.2.1.2 KPI Biaya

Pada tahap ini akan dilakukan tahap pengukuran *waste* yang mempengaruhi indikator biaya.

4.2.1.2.1 *Overproduction*

Waste *overproduction* tidak berpengaruh pada performansi proses produksi perusahaan karena perusahaan bertindak sebagai perusahaan pengeboran dan pemurnian migas, dimana *end product* yang dihasilkan telah diatur dalam kontrak dengan perusahaan pembeli.

4.2.1.2.2 *Inventory*

SIPL tidak mengalami permasalahan di dalam hal *inventory* pada proses pemurnian gas. Karena *waste* jenis ini tidak ditemukan dan tidak menyebabkan kerugian pada proses pemurnian gas.

4.2.1.3 KPI Pengiriman

Pada tahap ini akan dilakukan tahap pengukuran *waste* yang mempengaruhi indikator pengiriman.

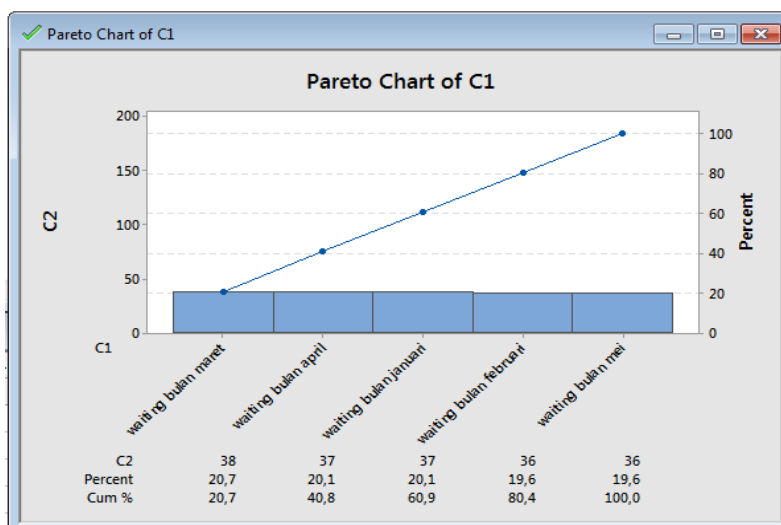
4.2.1.3.1 *Waiting*

Perhitungan *waste waiting* ditentukan berdasarkan seberapa lama *downtime* mesin yang terjadi. Tahapan awal dalam pengukuran *waste* ini yaitu dengan menghitung nilai *sigma* terhadap *waiting* yang terjadi dan total waktu pemurnian secara keseluruhan. Berikut rekap data dan prosentase waktu *waiting* proses pemurnian gas di SIPL.

Tabel 4.21 Waktu *Waiting* Proses Pemurnian Gas

Bulan (2015)	Total <i>waiting</i> (jam)	Waktu operasi (jam)	% <i>Waiting</i>
Januari	37	744	4,9 %
Februari	36	672	5,3%
Maret	38	744	5,1%
April	37	720	5,13%
Mei	36	744	4,83%
Total	184	3624	

Gambar 4. 6 *Pareto Chart* dari *Waste Waiting*



Tabel 4.22 Nilai Sigma Dari *Waste Waiting*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	3624
Jumlah produk yang cacat / defect	184
Defect per Unit	0,0508
Jumlah CTQ	4
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,013
DPMO	12693
Nilai Sigma	3,73

Dari tabel 4.22 dapat diketahui bahwa nilai sigma *waste waiting* perusahaan yaitu sebesar 3,73. Ada pun nilai *defect per unit* adalah 0,0508, dan jumlah CTQ adalah 4 yang terdiri dari *waiting* Bulan Maret, April, Januari, dan Februari. Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ adalah 0,013 dan nilai DPMO sebesar 12693.

Kemudian untuk menghitung besarnya biaya yang ditanggung perusahaan akibat terjadinya *waste* berupa *waiting* adalah dari segi gaji tenaga kerja atau operator yang bekerja selama proses pemurnian gas. Operator yang mengoperasikan mesin di perusahaan bekerja dengan sistem shift, di mana satu shiftnya adalah 12 jam. Dalam satu bulan operator bekerja dengan sistem 5 hari

kerja dan 5 hari libur. Dengan kata lain dalam 1 bulan seorang operator bekerja selama 12 jam x 15 hari yaitu 180 jam. Setiap operator digaji per bulan dengan gaji sebesar Rp 6.550.000. Dengan demikian biaya operator per jam untuk setiap operator adalah $\text{Rp } 6.550.000 : 180 \text{ jam} = \text{Rp } 36.388,88888888889$ dibulatkan menjadi Rp 36.389. Setiap saatnya terdapat minimal 8 operator yang bertugas. Untuk itu biaya tenaga kerja selama 5 bulan yang harus dikeluarkan perusahaan adalah :

$$\text{Rp } 36.389 \times 184 \text{ jam} \times 8 \text{ operator} = \text{Rp } 53.564.608$$

Selain biaya tenaga kerja, komponen biaya lain adalah biaya opportunity lost yang dapat dihasilkan apabila tidak terjadi waiting. Dari data yang didapatkan total waiting selama 5 bulan yaitu 184 jam atau setara dengan 7,6667 hari, atau dibulatkan menjadi 8 hari. Untuk *opportunity lost* yang dikeluarkan perusahaan selama 5 bulan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{opportunity lost} &= \text{jumlah hari} \times \text{total output gas/ hari} \times \text{persentase} \\ &= 8 \text{ hari} \times 45,086 \text{ Mmscf} \times 88,47\% \\ &= 319,1006736 \text{ Mmscf (gas yang dapat dijual)} \\ &= \text{dibulatkan menjadi } 319 \text{ MMscf} \end{aligned}$$

Perincian biaya *opportunity lost* yang dikeluarkan perusahaan selama *waiting* yang terjadi adalah :

Tabel 4.23 Realisasi Produk Akhir Pemurnian Gas

Jenis Produk Akhir	Realisasi Untuk Produk Akhir (Persentase)
C1	81,54
C2	4,84
C3	2,03
C4	0,06

$$\text{Biaya LNG} = (\text{Persentase C1} + \text{Persentase C2}) \times \text{jumlah} \times \$ 3.081$$

$$\begin{aligned}
&= (81,54\% + 4,84\%) \times 319 \text{ Mmscf} \times \$3081 \\
&= 86,38\% \times 319 \text{ Mmscf} \times \$3081 \\
&= \$848.976,3282 \\
&= \text{Rp } 11.376.282.797,88
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya LPG} &= (\text{Persentase C3} + \text{Persentase C4}) \times \text{jumlah} \times \$4887,9 \\
&= (2,03\% + 0,06\%) \times 319 \text{ Mmscf} \times \$4887,9 \\
&= 2,09\% \times 319 \text{ Mmscf} \times \$4887,9 \\
&= \$32.588,11809 \\
&= \text{Rp } 436.680.782,406
\end{aligned}$$

Dapat disimpulkan bahwa total kerugian perusahaan dari waste waiting terdiri dari biaya operator dan biaya opportunity lost sebesar :

$$\begin{aligned}
\text{total biaya waiting} &= \text{biaya operator} + \text{opportunity cost} \\
&= \text{Rp } 53.564.608 + 11.812.963.580 \\
&= \text{Rp } 11.866.528.188
\end{aligned}$$

Jadi total kerugian perusahaan berdasarkan *waste defect* dalam kurun waktu 5 bulan kurang lebih sebesar Rp 11.866.528.188.

4.2.1.3.2 *Transportation*

Didalam proses pemurnian gas, PT. X tidak mengalami masalah yang terlalu besar dalam transportasi proses pemurnian gas sehingga tidak dilakukan perhitungan pada tahap ini.

4.2.1.3.3 *Motion*

SIPL tidak mengalami permasalahan di dalam hal *motion* pada proses pemurnian gas. Karena *waste* jenis ini tidak menyebabkan *lead time* proses pemurnian gas menjadi lebih panjang.

4.2.1.3.4 *Excess processing*

SIPL tidak mengalami permasalahan di dalam hal *excess processing* pada proses pemurnian gas. Karena *waste* jenis ini tidak ditemukan dan tidak menyebabkan *lead time* proses pemurnian gas menjadi lebih panjang.

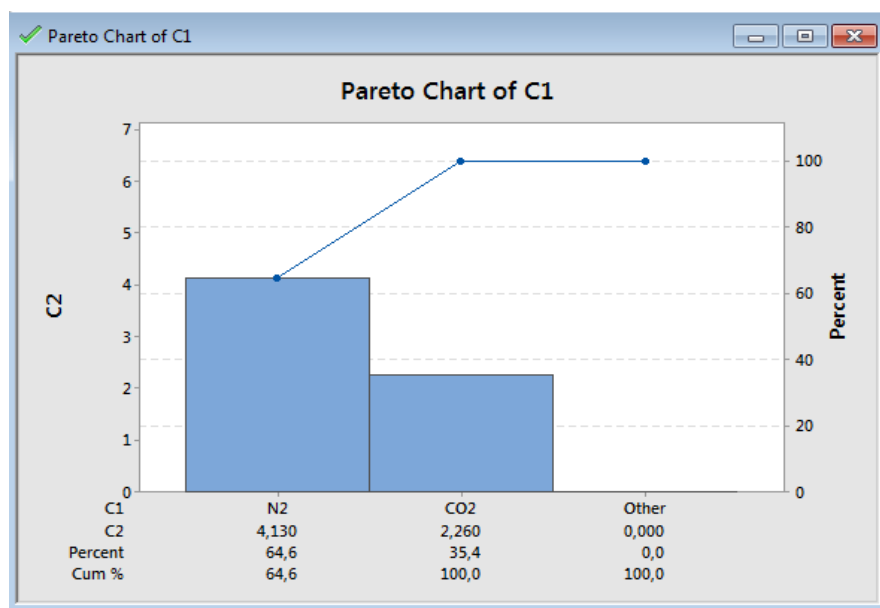
4.2.1.4 *KPI Safety*

Pada tahap ini akan dilakukan tahap pengukuran *waste* yang mempengaruhi indikator *safety*.

4.2.1.4.1 *Environmental, health, and safety*

Perhitungan *waste* EHS ditentukan berdasarkan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk seluruh gas buang yang tidak diperlukan perusahaan. Gas buang tersebut harus melalui tahap filterisasi dan normalisasi sehingga tidak membahayakan manusia mau pun lingkungan. Ada pun jenis gas buang yang harus difilterisasi dengan fasilitas adalah gas CO₂, N₂, Hg, dan H₂S. Ada pun dalam pembagian di perusahaan, persentase gas H₂S dan gas Hg digabungkan dikarenakan kecilnya persentase gas yang ada.

Gambar 4. 6 *Pareto Chart* dari *Waste EHS*



Tabel 4.24 Nilai Sigma Dari *Waste* EHS

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	6807,986
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	435,711
Defect per Unit	0,0640
Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,032
DPMO	32000
Nilai Sigma	3,35

Dari tabel 4.24 dapat diketahui bahwa nilai sigma *waste* EHS perusahaan yaitu sebesar 3,35. Ada pun nilai *defect per unit* adalah 0,0640, dan jumlah CTQ adalah 2 yang terdiri dari dari kandungan gas buang N₂ dan CO₂. Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ adalah 0,013 dan nilai DPMO sebesar 12693.

Ada pun biaya yang dikeluarkan untuk fasilitas tersebut sangatlah besar. Tahapan awal dalam pengukuran *waste* ini yaitu dengan menghitung jumlah fasilitas dan biaya operasional fasilitas setiap bulannya. Berikut rekap data fasilitas dan biaya yang dibutuhkan perusahaan:

Tabel 4.25 *Waste* EHS yang Terjadi Dalam Proses Pemurnian

Jenis Inventory	Jumlah Fasilitas	Biaya per Fasilitas/bulan	Total Biaya Perawatan/Bulan
Fasilitas Pembuangan CO ₂	3	Rp51.082.300	Rp153.246.900
Fasilitas Pembuangan H ₂ S	3	Rp74.970.800	Rp224.912.400
Fasilitas Pembuangan Hg	3	Rp82.189.000	Rp246.567.000
Fasilitas Pembuangan N ₂	2	Rp56.782.600	Rp113.565.200
Total	15	Rp107.864.900	Rp266.812.100

Berdasarkan Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa total *waste* EHS yang ada pada proses pemurnian gas di SIPL terdiri dari biaya penanganan gas-gas buangan seperti gas CO₂, H₂S, Hg, dan N₂. Ada pun jumlah fasilitas penanganan gas buang terdiri dari 15 fasilitas. Total biaya yang dikeluarkan untuk seluruh fasilitas selama 1 bulan sebesar Rp 266.812.100. Dapat disimpulkan bahwa total biaya yang dikeluarkan selama 5 bulan pengamatan yaitu Rp1.334.060.500

4.2.1.4.2 *Not utilizing knowledge, skill, and ability*

Waste jenis ini tidak berpengaruh pada performansi proses pemurnian gas di SIPL. Hal ini dikarenakan tidak adanya pemborosan sumber daya manusia (SDM) yang terjadi selama proses pemurnian karena pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan yang dimiliki setiap karyawan sudah dipergunakan secara optimum.

4.2.2 **Penentuan *Waste* Kritis**

Di dalam penentuan *waste* kritis yang berpengaruh terhadap KPI perusahaan, terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi agar *waste* yang akan dianalisa sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan dapat menghasilkan *improve* yang berdampak baik bagi perusahaan. Adapun kriteria yang digunakan dengan menggunakan data subjektif dan objektif. Dimana data objektif berdasarkan pengaruh *financial waste*. Sedangkan data subjektif berdasarkan pembobotan *waste* dengan metode borda.

4.2.2.1 *Financial waste*

Di dalam menentukan *waste* kritis yang mempengaruhi *key performance indicator* (KPI) pada proses pemurnian gas di SIPL yang akan menjadi fokus penelitian dengan menggunakan data objektif, perusahaan memiliki kebijakan untuk memperhatikan dan memperbaiki *waste* yang memiliki dampak *financial* terbesar. Oleh karena itu, biaya yang timbul akibat *waste* yang terjadi diakumulasikan sebagai berikut.

Tabel 4.26 Rekap Kerugian Biaya *Waste* Dalam Proses Pemurnian Gas

Key Performance Indicator	Jenis Waste	Total Biaya	
Kualitas	<i>Defect</i>	Rp	44.968.971.627
Pengiriman	<i>Waiting</i>	Rp	11.866.528.188
<i>Safety</i>	EHS	Rp	1.334.060.500
Total waste		Rp	58.169.560.315

Berdasarkan tabel diketahui bahwa terdapat KPI perusahaan yang kritis, yaitu KPI kualitas dan pengiriman. Adapun KPI kualitas dipengaruhi oleh *waste defect*, dimana *waste* ini menimbulkan kerugian finansial perusahaan yang paling besar yaitu Rp 44.968.971.627 selama 5 bulan. KPI pengiriman dipengaruhi oleh 1 jenis *waste* yaitu *waiting*. Dimana *waste waiting* menimbulkan kerugian finansial perusahaan sebesar Rp 11.866.528.188 selama 5 bulan.

KPI *safety* dipengaruhi oleh 1 jenis *waste* yaitu EHS. Dimana *waste* EHS menimbulkan kerugian finansial perusahaan sebesar Rp 1.334.060.500 selama 5 bulan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa total kerugian perusahaan akibat *waste* yang mempengaruhi performansi Saka Indonesia Pangkah Limited sebesar Rp 58.169.560.315.

4.2.2.2 Pembobotan *waste*

Dalam pembobotan dengan menggunakan metode Borda, hal pertama yang dilakukan adalah membuat kuesioner yang diberikan kepada sepuluh orang responden dari pihak perusahaan. Ada pun responden yang dipilih adalah karyawan di departemen operasi dan produksi yang mengerti langsung mengenai proses pemurnian gas. Kuesioner yang disebar kepada responden berisi pembobotan 9 jenis *waste*. Kesembilan *waste* tersebut disingkat EDOWNTIME yang terdiri dari EHS, *defect*, *overproduction*, *waiting*, *non-utilizing employee*, *trasportation*, *inventory*, *motion*, dan *excess processing*.

Kesembilan *waste* tersebut dibobotkan dengan peringkat dari 1-9. Peringkat 1 adalah peringkat dengan bobot paling tinggi, sementara peringkat 9 adalah peringkat dengan bobot paling rendah. Berikut adalah hasil rekap data

kuisisioner yang telah diberikan kepada perusahaan dan telah diurutkan berdasarkan bobot yang didapatkan dengan menggunakan metode Borda.

Tabel 4.26 Rekap Data Hasil Kuisisioner

	Waste	Peringkat									Bobot	Ranking
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Defect	5	3	1	1	0	0	0	0	0	72	0,197
2	Waiting	4	4	1	1	0	0	0	0	0	71	0,194
3	EHS	1	2	5	1	1	0	0	0	0	61	0,167
4	Non utilizing employee	0	0	1	4	2	0	0	1	2	35	0,095
5	Inventory	0	0	1	1	1	2	5	0	0	31	0,084
6	Overproduction	0	1	0	2	2	0	0	4	1	29	0,079
7	Transportation	0	0	1	0	0	3	3	2	1	23	0,063
8	Motion	0	0	0	0	2	4	1	0	3	22	0,061
9	Excess Processing				1	2	1	1	3		21	0,057
	Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	365	1

Berdasarkan hasil kuisisioner yang telah dibobotkan dengan menggunakan metode Borda didapatkan bahwa terdapat tiga *waste* kritis pada proses pemurnian gas di Saka Indonesia Pangkah Limited yaitu *defect*, *waiting*, dan EHS. Ada pun bobot masing-masing *waste* yang ada adalah, *defect* memiliki bobot perhitungan Borda sebesar 0,197, *waiting* memiliki bobot perhitungan Borda sebesar 0,194, dan EHS memiliki bobot perhitungan Borda sebesar 0,167.

Ketiga *waste* tersebut nantinya akan dianalisis pada Bab 5 dengan menggunakan RCA dan FMEA untuk menemukan akar penyebab dari *waste* tersebut. Selanjutnya setelah ditemukan akar penyebab permasalahan, maka akan dirancang alternatif-alternatif perbaikan untuk ke depannya dalam pemecahan

akar permasalahan yang ada. Dari beberapa alternatif perbaikan yang dirancang, maka nantinya akan dipilih alternatif perbaikan yang paling tepat dengan menggunakan metode *value engineering* pada Bab 5.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

5.1.1 Analyze

Setelah dilakukan perhitungan pada setiap *waste* yang terjadi pada perusahaan, kemudian selanjutnya analisa terhadap penyebab-penyebab terjadinya *waste* yang terpilih dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA).

5.1.1 Analisis Akar Penyebab Terjadinya Waste (RCA)

Waste yang terjadi pada perusahaan disebabkan oleh penyebab yang berbeda-beda, untuk itu pada bagian ini akan dilakukan analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis*) untuk setiap *waste* kritis yang terjadi.

5.1.1.1 Defect

Analisis RCA untuk *defect waste* ini dilakukan dengan mencari akar permasalahan terjadinya ketidaksesuaian target komposisi fraksi dan ketidaksesuaian kuantitas *end product* proses pemurnian . Mengingat *financial waste* untuk *defect* ini cukup besar, maka diharapkan dengan mengetahui akar permasalahannya dapat dilakukan langkah-langkah antisipasi terhadap *defect*. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* digunakan metode 5 *whys* terhadap *defect*. Berikut analisis 5 *whys* untuk *waste defect* komposisi fraksi dan kuantitas *end product*.

Tabel 5. 1 *Root Cause Analysis Waste Defect* Ketidaksesuaian Komposisi Fraksi

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>	Ketidak sesuaian komposisi fraksi dari <i>end product</i>	Peningkatan zat pengotor (<i>impurities</i>)	Kesalahan penanganan fasilitas oleh operator	Operator kurang teliti	Operator Terburu- buru	
			Penurunan kualitas dari fasilitas (mesin)	Mesin- mesin penyaring tidak beroperasi maksimal	Tidak adanya perawatan dan pergantian <i>parts</i> maksimal	Biaya pemeliharaan yang mahal
		Harga <i>parts</i> yang mahal				
		Penurunan LNG (C1- C2)	Penurunan kemampuan sistem dan fasilitas pemurnian	Fasilitas sudah berumur lebih dari 20 tahun	Harga mesin baru sangat mahal dan langka	Perusahaan cenderung menahan investasi dikarenakan penurunan harga migas
		Penurunan kandungan LPG (C3- C4)	Penurunan kemampuan sistem dan fasilitas pemurnian	Fasilitas sudah berumur lebih dari 15 tahun	Harga mesin baru sangat mahal dan langka	Perusahaan cenderung menahan investasi dikarenakan penurunan harga migas

Tabel 5. 2 *Root Cause Analysis Waste Defect* Kuantitas Produk Akhir

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>	Penurunan Kuantitas Produk Akhir	Kurangnya <i>Riset and Development</i>	Mahalnya biaya <i>Riset and Development</i> dari sistem yang ada	Perusahaan cenderung menahan investasi dikarenakan penurunan harga migas		
		Penurunan kemampuan fasilitas	Fasilitas yang sudah berumur puluhan tahun	Tidak adanya pembaharuan dari fasilitas yang ada	Fasilitas yang sangat mahal dan langka	Perusahaan cenderung menahan investasi dikarenakan penurunan harga migas
			<i>Maintenance</i> yang kurang maksimal	Biaya <i>maintenance</i> yang sangat mahal		
		Terjadinya kesalahan penanganan	Operator melakukan kesalahan minor			

5.1.1.2 *Waiting*

Analisis terhadap waste waiting dilakukan dengan mempertimbangkan apa saja yang menyebabkan terjadinya *waiting* selama proses pemurnian gas. Salah satunya adalah *downtime* dari mesin-mesin pemurnian ketika terjadi *maintenance* berkala mau pun kerusakan mesin yang membutuhkan waktu lama dalam perbaikannya. *Downtime* juga dapat berasal dari kecelakaan kerja yang mungkin saja terjadi. Berikut ini adalah *root cause analysis* dari *waiting*.

Tabel 5. 3 *Root Cause Analysis Waste Waiting*

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>
<i>Waiting</i>	<i>Downtime</i> karena perawatan berkala	Perawatan setiap < 3 bulan sekali	Perawatan fasilitas fital : turbin, <i>boiler</i> , <i>gas pressure</i> <i>meter</i> , <i>fire</i> <i>tank</i> , <i>fire</i> <i>extinguisher</i>	Perawatan berlangsung cukup lama	
		Perawatan setiap > 3 bulan sekali	Perawatan fasilitas cukup fital : H2S <i>remover</i> , Hg <i>remover</i> , <i>amine facility</i>	Perawatan berlangsung lama	
	<i>Downtime</i> karena kerusakan fasilitas	Beberapa fasilitas kadang mengalami kerusakan	Umur fasilitas yang sudah lebih dari 15 tahun	Fasilitas baru sangat mahal dan langka di pasaran	Perusahaan cenderung menahan investasi dikarenakan penurunan harga migas

5.1.1.3 EHS

Pada analisis *waste* EHS akan dilakukan metode RCA untuk mencari penyebab utama terjadinya *waste*. Karena jika dilihat dari segi biaya, *waste* EHS mengeluarkan biaya yang sangat besar. Biaya ini dikeluarkan untuk operasional dan *maintenance* dari fasilitas normalisasi dan filterisasi gas buang. Fasilitas yang dimaksud berupa Fasilitas Pembuangan CO₂, H₂S, Hg, dan N₂. Berikut adalah *root cause analysis* dari terjadinya EHS.

Tabel 5.4 *Root Cause Analysis* EHS

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>
<i>Environment, Health, and Safety</i>	Pembuangan gas CO ₂	Normalisasi dan filterisasi CO ₂	Diolah agar tidak berbahaya	Menyebabkan kematian pada manusia, dan kerusakan berat lingkungan
	Pembuangan gas H ₂ S	Normalisasi dan filterisasi H ₂ S	Diolah agar tidak berbahaya	Menyebabkan kematian pada manusia, dan kerusakan berat lingkungan
	Pembuangan gas Hg	Normalisasi dan filterisasi Hg	Diolah agar tidak berbahaya	Menyebabkan kematian pada manusia, dan kerusakan berat lingkungan
	Pembuangan gas N ₂	Normalisasi dan filterisasi N ₂	Diolah agar tidak berbahaya	Menyebabkan kematian pada manusia, dan kerusakan berat lingkungan

5.1.2 *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*

Pada bagian sebelumnya telah didapatkan akar-akar penyebab terjadinya *waste* pada perusahaan. Pada bagian ini akan dilakukan analisa lebih lanjut terhadap akar-akar penyebab tersebut untuk mencari penyebab utama dari terjadinya *waste*. Akar-akar penyebab tersebut akan dianalisis dengan menggunakan metode FMEA dengan mengukur berapa tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing *waste*.

1.1.2.1 *Defect*

Dalam melakukan penilaian pada analisis FMEA, perlu ditentukan dahulu kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Di bawah ini adalah ketiga kriteria tersebut yang digunakan untuk pengukuran *waste defect*.

Tabel 5. 5 Kriteria *Severity Defect*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian	1
Sangat minor	Nyaris tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian, sehingga dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh teramat kecil terhadap proses pemurnian, berpotensi kecil terjadi kerusakan produk akhir	3
Sangat rendah	Berpengaruh sangat kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi tapi dapat diabaikan	4
Rendah	Berpengaruh kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat)	6
Tinggi	Berpengaruh besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	7
Sangat tinggi	Berpengaruh sangat besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, kerusakan bersifat besar	8

Tabel 5.5 Kriteria *Severity Defect* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat fatal pada produk akhir, fasilitas, mau pun manusia	9
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat total pada produk akhir, kelumpuhan total fasilitas, mau pun kematian manusia	10

Tabel 5. 6 Kriteria *Occurrence Defect*

<i>Occurrence</i>	<i>Probabilitas Kejadian</i>	<i>Rating</i>
-------------------	------------------------------	---------------

Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8
	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 7 Kriteria *Detection Defect*

Detection	Keterangan	Rating
Hampir pasti	<i>Defect</i> dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	<i>Defect</i> dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	3
	<i>Defect</i> baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	4
	<i>Defect</i> dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi <i>defect</i>	5

Tabel 5.7 Kriteria *Detection Defect* (Lanjutan)

Detection	Keterangan	Rating
	<i>Defect</i> baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	5
Sedikit susah	Membutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui <i>defect</i> yang terjadi	
Susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	7
	<i>Defect</i> mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	<i>Defect</i> baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	

Hampir tidak mungkin	<i>Defect</i> tidak dapat terdeteksi sama sekali	10
----------------------	--	----

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.5 sampai dengan tabel 5.7 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste defect*. Analisis FMEA dari *defect* dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 FMEA *Waste Defect*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Defect</i>	Terdapat perbedaan komposisi fraksi realisasi dan target produk akhir	Persentase kandungan zat pengotor (<i>impurities</i>) meningkat sehingga perusahaan kehilangan <i>profit</i>	7	Operator Terburu-buru	2	Pengawasan operator	1	14
			7	Perawatan fasilitas yang kurang maksimal	4	Evaluasi jadwal perawatan fasilitas	5	140
			7	Fasilitas yang telah berumur lebih dari 15 tahun	9	Pembaharuan fasilitas	4	252
		Persentase kandungan gas LNG (C1-C2) menurun, perusahaan kehilangan <i>profit</i>	6	Perawatan fasilitas LNG tidak optimal	5	Penambahan biaya perawatan fasilitas LNG	5	125
			7	Fasilitas LNG telah berumur lebih dari 20 tahun	9	Pembaharuan fasilitas LNG	4	252

		Persentase kandungan gas LPG (C3-C4) menurun, perusahaan kehilangan <i>profit</i>	7	Perawatan fasilitas LNG tidak optimal	5	Penambahan biaya perawatan fasilitas LNG	5	175
			7	Fasilitas LNG telah berumur lebih dari 20 tahun	9	Pembaharuan fasilitas LNG	4	252
	Jumlah realisasi produk akhir berbeda dengan jumlah target perusahaan	Perusahaan tidak mendapatkan keuntungan maksimal	7	Kurangnya <i>Riset and Development</i>	6	Peningkatan anggaran R & D	5	210
			7	Penurunan kemampuan fasilitas	7	Pembaharuan & pemeliharaan fasilitas	6	294
			7	Terjadinya kesalahan penanganan	3	Pembuatan SOP	2	42

1.1.2.2 Waiting

Sebelum dilakukan analisis RCA terhadap *waste waiting*, terlebih dahulu ditentukan kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga kriteria tersebut bisa jadi berbeda untuk setiap waste karena pendefinisian yang berbeda. Berikut adalah penentuan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste waiting*

Tabel 5. 9 Kriteria *Severity Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian	1

Sangat minor	Nyaris tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian, sehingga dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh teramat kecil terhadap proses pemurnian, berpotensi kecil terjadi kerusakan produk akhir	3
Sangat rendah	Berpengaruh sangat kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi tapi dapat diabaikan	4
Rendah	Berpengaruh kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat)	6
Tinggi	Berpengaruh besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	7
Sangat tinggi	Berpengaruh sangat besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, kerusakan bersifat besar	8
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat fatal pada produk akhir, fasilitas, mau pun manusia	9
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat total pada produk akhir, kelumpuhan total fasilitas, mau pun kematian manusia	10

Tabel 5.10 Kriteria *Occurrence Waiting*

<i>Occurrence</i>	<i>Probabilitas Kejadian</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8
	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 11 Kriteria *Detection Waiting*

Detection	Keterangan	Rating
Hampir pasti	<i>Defect</i> dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	<i>Defect</i> dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	3
	<i>Defect</i> baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	4
	<i>Defect</i> dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi pemborosan	5
	Pemborosan baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	
Sedikit susah	Membutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui <i>defect</i> yang terjadi	
Susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	7
	<i>Defect</i> mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	<i>Defect</i> baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	
Hampir tidak mungkin	<i>Defect</i> tidak dapat terdeteksi sama sekali	10

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.9 sampai dengan tabel 5.11 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste* berupa *waiting*. Analisis FMEA dari *waiting* dapat dilihat pada tabel 5.12.

Tabel 5. 12 FMEA *Waste Waiting*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Waiting</i>	Terjadi perawatan pada fasilitas pemurnian gas	Keseluruhan sistem terganggu hingga 50%	6	Perawatan fasilitas fital seperti: turbin, boiler, gas pressure meter, fire tank, fire extinguisher	8	Pengecekan fasilitas	4	192
		Keseluruhan sistem terganggu hingga 80%	6	Perawatan fasilitas cukup fital : H2S remover, Hg remover, amine facility	2	Pengecekan fasilitas	4	48
	Terjadi kerusakan <i>unpredicted</i> pada fasilitas	Fasilitas harus langsung di <i>maintenance</i>	6	Umur fasilitas yang sudah lebih dari 15 tahun	3	Inspeksi visual	8	144

1.1.2.3 EHS

Sebelum dilakukan analisis FMEA terhadap *waste inventory*, terlebih dahulu ditentukan kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga kriteria tersebut bisa jadi berbeda untuk setiap *waste* karena pendefinisian yang berbeda. Berikut adalah penentuan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste inventory*.

Tabel 5. 13 Kriteria *Severity* EHS

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian	1
Sangat minor	Nyaris tidak berpengaruh terhadap proses pemurnian, sehingga dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh teramat kecil terhadap proses pemurnian, berpotensi kecil terjadi kerusakan produk akhir	3
Sangat rendah	Berpengaruh sangat kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi tapi dapat diabaikan	4
Rendah	Berpengaruh kecil terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat)	6
Tinggi	Berpengaruh besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi dan terlihat	7
Sangat tinggi	Berpengaruh sangat besar terhadap proses pemurnian, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, kerusakan bersifat besar	8
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat fatal pada produk akhir, fasilitas, mau pun manusia	9
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses pemurnian, kerusakan produk akhir pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), kerusakan bersifat total pada produk akhir, kelumpuhan total fasilitas, mau pun kematian manusia	10

Tabel 5. 14 Kriteria *Occurrence* EHS

<i>Occurrence</i>	<i>Probabilitas Kejadian</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8

	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 15 Kriteria *Detection* EHS

Detection	Keterangan	Rating
Hampir pasti	<i>Defect</i> dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	<i>Defect</i> dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	3
	<i>Defect</i> baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi <i>defect</i>	4
	<i>Defect</i> dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi pemborosan	5
	Pemborosan baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	
Sedikit susah	Membutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui <i>defect</i> yang terjadi	
Susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	7
	<i>Defect</i> mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	<i>Defect</i> baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	
Hampir tidak mungkin	<i>Defect</i> tidak dapat terdeteksi sama sekali	10

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.13 sampai dengan tabel 5.15 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste* EHS. Analisis FMEA dari EHS dapat dilihat pada tabel 5.16.

Tabel 5.13 FMEA Waste EHS

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
EHS	Peningkatan gas buang	Pengeluaran untuk fasilitas penanganan gas buang	4	Maintenance dan operasional fasilitas penanganan gas buang CO ₂	7	Pengawasan kondisi fasilitas	5	140
			4	Maintenance dan operasional fasilitas penanganan gas buang H ₂ S	7	Pengawasan kondisi fasilitas	5	140
			4	Maintenance dan operasional fasilitas penanganan gas buang Hg	7	Pengawasan kondisi fasilitas	5	140
			4	Maintenance dan operasional fasilitas penanganan gas buang N ₂	7	Pengawasan kondisi fasilitas	5	140

5.2 Improvement

Setelah pada analisis FMEA didapatkan nilai RPN untuk masing-masing *root cause*, selanjutnya adalah mengambil *root cause* dengan nilai RPN tinggi untuk dijadikan sebagai masukan untuk melakukan *improvement* bagi perusahaan. Nilai RPN yang diambil sebagai usulan adalah nilai RPN yang memiliki angka lebih dari 100.

5.2.1 Alternatif Perbaikan

Dalam penyusunan alternatif perbaikan untuk perusahaan digunakan input berupa *root cause* dengan nilai RPN yang melebihi nilai 100. Berikut adalah *root cause* yang memenuhi kriteria. Kemudian masing-masing *root cause* dikelompokkan berdasarkan alternatif perbaikan.

Tabel 5. 14 Pengelompokan *Root Cause* Terhadap Alternatif Perbaikan

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	Pembaharuan Fasilitas	SOP	Penjadwalan Ulang Maintenance
<i>Defect</i>	Fasilitas yang sudah berumur lebih dari 15 tahun	v		
	Perawatan yang tidak optimal			v
	Operator yang terburu-buru		v	
	Harga suku cadang mesin yang mahal dan langka		v	
	Kurangnya <i>riset and development</i>		v	
	Kesalahan minor yang dilakukan operator		v	
<i>Waiting</i>	<i>Downtime</i> perawatan fasilitas vital		v	v
	<i>Downtime</i> perawatan fasilitas cukup vital		v	v
	Kerusakan tiba-tiba dan kecelakaan kerja	v	v	
EHS	Normalisasi dan filterisasi gas buang CO ₂		v	v
	Normalisasi dan filterisasi gas buang H ₂ S		v	v
	Normalisasi dan filterisasi gas buang Hg		v	v
	Normalisasi dan filterisasi gas buang N ₂		v	v

Setelah dilakukan pengelompokan *root cause* berdasarkan alternatif yang akan diusulkan, kemudian dilakukan penyusunan *improvement* berdasarkan alternatif yang telah dibuat. Berikut tabel *improvement* berdasarkan alternatif yang mungkin dilakukan.

Tabel 5. 15 Alternatif Perbaikan Yang Mungkin Dilakukan

Alternatif	Perbaikan	Improvement
1	Melakukan penjadwalan ulang <i>maintenance</i> dari keseluruhan fasilitas yang ada	Mengevaluasi jadwal pengecekan, penggantian komponen, dan pembersihan dari mesin-mesin pemurnian seperti; <i>turbin, boiler, gas pressure meter, fire tank, fire extinguisher, H2S remover, Hg remover, amine facility, dll</i>
		Mengevaluasi jadwal pengecekan, perawatan, dan pembersihan dari fasilitas <i>inventory</i> seperti: Tabung C1, tabung C2, tabung C3, tabung C4, tabung CO2, tabung Hg, tabung H2S, tabung N2
		Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap fasilitas yang mengalami kerusakan <i>unpredicted</i> , mau pun fasilitas yang menyebabkan kecelakaan kerja
2	Membentuk tim perbaikan dan pengawasan SOP	Mengevaluasi SOP mengenai proses <i>riset and development</i> untuk menemukan metode baru dalam meningkatkan performansi fasilitas yang ada
		Mengevaluasi SOP dalam pembelian suku cadang mesin-mesin pemurnian gas
		Mengevaluasi SOP setiap operator dalam penanganan setiap kejadian dalam proses pemurnian gas
		Mengevaluasi SOP pekerja dalam penanganan setiap kecelakaan kerja yang mungkin terjadi
		Mengevaluasi SOP dalam proses <i>maintenance</i> setiap fasilitas <i>inventory</i>
		Mengevaluasi SOP dalam proses <i>maintenance</i> dari fasilitas-fasilitas vital seperti : <i>turbin, boiler, gas pressure meter, fire tank, fire extinguisher</i>
		Mengevaluasi SOP dalam proses <i>maintenance</i> dari fasilitas-fasilitas cukup vital seperti : <i>H2S remover, Hg remover, N2 remover, amine facility, dll</i>
		Menambahkan SOP mengenai rancangan pembaharuan keseluruhan fasilitas
3	Membuat perencanaan pembaharuan fasilitas	Pembaharuan fasilitas dikarenakan performansi fasilitas yang semakin menurun
		Pengecekan dan pergantian total pada fasilitas yang mengalami kerusakan <i>unpredicted</i> , kerusakan <i>unpredicted</i> cenderung sangat merugikan dan menyebabkan kecelakaan kerja yang fatal

5.2.2 Kriteria Pemilihan Alternatif dan Pembobotan

Dalam penentuan alternatif perbaikan yang akan dipilih sebelumnya ditentukan kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai penilaian alternatif perbaikan. Berikut adalah kriteria yang dipilih

1. Jumlah *defect*
2. Biaya EHS
3. *Opportunity cost* dari *waste* berupa *waiting*

Setelah ditentukan kriteria yang akan digunakan dalam *value managemnet*, kemudian setiap kriteria tersebut dilakukan pembobotan. Penentuan bobot dari kriteria tersebut dilakukan dengan konsultasi dengan pihak perusahaan. *Defect* merupakan fokus utama dari perusahaan karena terjadinya *defect* memberikan kerugian paling besar kepada perusahaan dilihat dari segi *financial lost*. Berikut bobot dari masing-masing kriteria tersebut :

Frequency	0,52
Quality	0,48

5.2.3 Kombinasi Alternatif Perbaikan yang mungkin

Setelah ditentukan alternatif perbaikan, selanjutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi dari ketiga alternatif yang telah didefinisikan sebelumnya. Berikut adalah kombinasi-kombinasi alternatif perbaikan

Tabel 5. 16 Kombinasi Alternatif

No	Kombinasi Alternatif
0	Kondisi awal
1	1
2	2
3	3
4	1,2
5	1,3
6	2,3
7	1,2,3

Dengan adanya kombinasi tersebut maka pilihan alternatif perbaikan akan semakin banyak, termasuk dengan kondisi 0 atau kondisi awal. Kondisi tersebut adalah kondisi awal perusahaan sebelum diterapkannya salah satu alternatif yang dibangun. Alternatif perbaikan yang terpilih dapat berupa salah satu dari alternatif dan juga dapat berupa kombinasi. Pemilihan alternatif tersebut didasari oleh nilai *value terbesar*.

5.2.4 Biaya Alternatif

Setiap alternatif yang dibuat masing-masing memiliki biaya yang harus dipenuhi dalam penerapannya. Namun sebelum dilakukan perhitungan biaya masing-masing alternatif dilakukan terlebih dahulu biaya eksisting dari perusahaan. Berikut adalah perhitungan biaya eksisting dari perusahaan.

Jumlah produksi 5 bulan (Januari – Mei 2015) = 6807,986 Mmscf

Rata-rata produksi setiap bulan selama periode 5 bulan

$$6807,986 : 5 \text{ bulan} = 1361,5972 \text{ Mmscf}$$

Rata-rata produksi setiap hari selama periode 5 bulan

$$6807,986 : 151 \text{ hari} = 45,086 \text{ Mmscfd}$$

Setelah diketahui jumlah rata-rata produksi per bulan kemudian dilakukan perhitungan biaya yang harus dikeluarkan seperti gaji operator, biaya operasional, dan biaya perawatan. Berdasarkan perhitungan untuk melakukan didapatkan hasil seperti pada tabel 5.20.

Tabel 5. 17 Biaya Eksisting Perusahaan Setiap Bulan

Komponen Biaya	Biaya
Gaji Operator	Rp 209.600.000
Biaya Operasional	Rp 5.432.920.000
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp 1.571.800.000
TOTAL	Rp 7.214.320.000

5.2.4.1 Biaya Alternatif 1

Alternatif 1 untuk perbaikan adalah melakukan penjadwalan ulang *maintenance* untuk fasilitas-fasilitas pemurnian gas. Untuk melakukan alternatif ini diperlukan tim yang berpengalaman untuk menyusun penjadwalan *maintenance* fasilitas pemurnian gas terutama fasilitas EHS, fasilitas vital (turbin, boiler, gas pressure meter, fire tank, fire extinguisher), dan fasilitas cukup vital (H₂S remover, Hg remover, amine facility).

Tim *preventive maintenance* ini meliputi 4 orang *full time Preventive Maintenance (PM) Planner* dan 2 orang *part time administrative* sementara. Tiga dari empat orang *PM planner* bertugas untuk melakukan perencanaan penjadwalan PM untuk fasilitas *inventory*, fasilitas vital, dan fasilitas cukup vital. Sedangkan satu orang *PM planner* bertindak sebagai *chief planner* yang melakukan koordinasi dalam tim, *updating progress*, dan *streamlining* prosedur PM untuk keseluruhan fasilitas pemurnian gas di SIPL.

Untuk kedua *part time administrative* bertugas untuk membantu dan pengecekan kondisi mau pun variabel yang mungkin dapat berubah sewaktu-waktu. Biaya untuk tim tersebut adalah Rp 15.000.000 untuk setiap *full time PM planner*, Rp 20.000.000 untuk *chief planner*, dan Rp 7.500.000 untuk *part time administrative*. Sehingga total biaya tambahan yang harus dikeluarkan untuk alternatif 1 adalah :

$$\begin{aligned} & (3 \times \text{Rp } 15.000.000) + (1 \times \text{Rp } 20.000.000) + (2 \times \text{Rp } 7.500.000) \\ &= \text{Rp } 45.000.000 + \text{Rp } 20.000.000 + \text{Rp } 15.000.000 \\ &= \text{Rp } 80.000.000 \end{aligned}$$

5.2.4.2 Biaya Alternatif 2

Alternatif 2 pada perbaikan yang akan dilakukan adalah penyusunan atau melakukan perbaikan terhadap *Standard Operational Procedure* SOP yang sudah ada. Dalam penyusunan SOP dibutuhkan suatu tim khusus untuk membangun SOP yang lebih baik. Tim tersebut beranggotakan seorang konsultan jaminan mutu serta empat orang tenaga kompeten dari bagian HRD, produksi, R&D, dan *maintenance*. Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan antara lain menentukan sasaran penerapan SOP, penetapan waktu dan tempat penerapan SOP, biaya yang

dilakukan selama proses, dan melakukan dokumentasi proses yang berlangsung di proses pemurnian gas. Untuk melakukan alternatif ini biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 25.000.000 untuk konsultan jaminan mutu, serta Rp 10.000.000 untuk tenaga kompeten yang membantu.

Sehingga total biaya tambahan yang harus dikeluarkan untuk alternatif 2 adalah :

$$\begin{aligned} & (1 \times \text{Rp } 25.000.000) + (4 \times \text{Rp } 10.000.000) \\ &= \text{Rp } 25.000.000 + \text{Rp } 40.000.000 \\ &= \text{Rp } 65.000.000 \end{aligned}$$

5.2.4.3 Biaya Alternatif 3

Alternatif 3 pada perbaikan yang akan dilakukan adalah perencanaan pembaharuan keseluruhan fasilitas pemurnian gas. Dalam perencanaan tersebut dibutuhkan satu tim khusus yang bertugas untuk merancangan pembaharuan yang paling efektif dan efisien. Tim tersebut beranggotakan seorang konsultan perencanaan produksi dibantu dengan empat orang tenaga kompeten di bidang *chemical process* dan *mechanical engineering*.

Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan antara lain menentukan fasilitas mana yang sebaiknya diganti, biaya penggantian fasilitas, penjadwalan penggantian fasilitas, serta sumber pendanaan yang digunakan. Untuk melakukan alternatif ini biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 30.000.000 untuk konsultan perencanaan produksi, serta Rp 20.000.000 untuk setiap tenaga kompeten yang membantu.

Sehingga total biaya tambahan yang harus dikeluarkan untuk alternatif 2 adalah :

$$\begin{aligned} & (1 \times \text{Rp } 30.000.000) + (4 \times \text{Rp } 20.000.000) \\ &= \text{Rp } 30.000.000 + \text{Rp } 80.000.000 \\ &= \text{Rp } 110.000.000 \end{aligned}$$

5.2.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan

Dalam pemilihan alternatif perbaikan, dilakukan perhitungan *value engineering*. Alternatif perbaikan dengan nilai *value* terbesar akan dipilih sebagai

alternatif perbaikan. Berikut adalah perhitungan *value engineering* dari alternatif-alternatif perbaikan yang mungkin dilakukan.

Tabel 5. 18 Perhitungan *Value Engineering* Alternatif Perbaikan

No	Kombinasi Alternatif	Bobot Kriteria		Performance	Cost	Value
		A	B			
		0,52	0,48	435.647.343		
1	0	18	15	16,56	7.214.320.000	1
2	1	27	26	26,52	7.294.320.000	1,58388548
3	2	20	17	18,56	7.279.320.000	1,11076511
4	3	21	21	21	7.324.320.000	1,24907079
5	1,2	24	21	22,56	7.359.320.000	1,33547719
6	1,3	24	25	24,48	7.404.320.000	1,44032766
7	2,3	22	23	22,48	7.389.320.000	1,32533876
8	1,2,3	25	25	25	7.469.320.000	1,45812250

Berdasarkan nilai *value* yang telah didapatkan, maka alternatif perbaikan yang dipilih adalah alternatif 1, yaitu melakukan penjadwalan ulang *maintenance* dari fasilitas yang ada, fasilitas tersebut antara lain adalah fasilitas vital, fasilitas cukup vital, fasilitas inventory, fasilitas EHS, dll. Pembentukan tim *preventive maintenance* guna penjadwalan ulang keseluruhan *maintenance* sistem membutuhkan dana tambahan kurang lebih sebesar Rp 80.000.000.

5.2.6 Analisis Alternatif Terpilih

Alternatif terpilih yaitu alternatif 1 memiliki dampak langsung terhadap *waste* kritis yang ada pada proses pemurnian gas. *Waste* tersebut yaitu *defect*, *waiting*, dan EHS. Pada bagian ini akan dilakukan analisis dampak alternatif perbaikan terpilih terhadap *waste* kritis.

5.2.6.1 Defect

Pengaruh yang cukup besar akan terjadi terhadap *waste defect*, jika melihat akar penyebab dari terjadinya *defect*, banyak diantaranya disebabkan oleh faktor usia dari fasilitas yang ada, fasilitas yang ada minimal sudah berusia lebih dari 15 tahun. Faktor lain yang menyebabkan *defect* adalah pemeliharaan yang kurang maksimal dikarenakan mahalnya biaya *maintenance* sistem, terutama untuk fasilitas vital seperti turbin dan *boiler*.

Menurut perusahaan, jika penjadwalan *maintenance* dari fasilitas sudah baik dan dilaksanakan sesuai penjadwalan yang paling efektif dan efisien maka *defect* akan jauh berkurang. Defect berupa ketidaksesuaian fraksi dan kuantitas dengan target perusahaan dapat berkurang hingga mencapai 50% dari kondisi pada saat ini.

Tabel 5. 19 Data Penurunan Jumlah Defect Ketidaksesuaian Fraksi

Defect	Kondisi Saat Ini	Kondisi Target	Selisih	Setelah Maintenance
Ketidaksesuaian Fraksi				
C1	81,54 %	88,22 %	6,68%	85,55%
C2	4,84 %	4,77 %	-0,07%	4,84%
C3	2,03 %	4,15 %	2,12%	3,30%
C4	0,06 %	0,06 %	0,00%	0,06%
Total	88,47%	97,2%	8,73%	93,75%
Kuantitas Produk Akhir				
Total 5 bulan	6807,99 Mmscf	7068,61 Mmscf	260,63 Mmscf	6964,37 Mmscf
Total fraksi C1-C4	6023,03 Mmscf	6870,71 Mmscf	847,67	6529,09 Mmscf

			Mmscf	
--	--	--	-------	--

Dengan penurunan sebesar 60% maka jumlah total fraksi naik dari 88,47% menjadi 93,75%. Ada pun kenaikan ini mencapai 5,28%.

Total produk akhir seluruh fraksi naik dari 6807,99 Mmscf menjadi 6964,37 Mmscf, ada pun kenaikan ini mencapai 156, 38 Mmscf.

Total produk akhir yang dijual oleh perusahaan (fraksi C1-C4) kepada pembeli naik dari 6023,03 Mmscf menjadi 6529,09 Mmscf, ada pun kenaikan ini mencapai 506,06 Mmscf.

Dengan menurunnya jumlah defect maka akan meningkatkan nilai *sigma* dari *defect* sebesar 0,32. Peningkatan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.23.

Tabel 5. 20 Peningkatan Nilai *Sigma Defect*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	6807,986
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	784,956
<i>Defect per Unit</i>	0,1153
Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,058
DPMO	57650
Nilai <i>Sigma</i>	3,08

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	6807,986
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	392,478
<i>Defect per Unit</i>	0,0576
Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,029
DPMO	28825
Nilai <i>Sigma</i>	3,40

5.2.6.2 *Waiting*

Dengan dilakukan penerapan alternatif 1, maka pengaruh yang akan ditimbulkan terhadap *waste waiting* adalah berkurangnya waktu yang dikeluarkan selama terjadinya *planned downtime* dan *financial downtime*. Ada pun *planned downtime* sendiri merupakan *downtime* yang digunakan untuk *preventive*

maintenance, yang akan diefektifkan dan diefisienkan dengan penjadwalan ulang keseluruhan *maintenance* fasilitas pemurnian gas.

Financial downtime sendiri adalah *downtime* yang terjadi tanpa diprediksi sebelumnya, termasuk di dalamnya adalah kerusakan fasilitas tiba-tiba mau pun kecelakaan kerja yang dilakukan. Dengan penjadwalan ulang *maintenance* diharapkan *financial downtime* dapat ditekan seminimal mungkin. Dengan penjadwalan ulang *maintenance* diharapkan *waste waiting* dapat berkurang hingga 25% dari total waiting.

Tabel 5.24 Waktu *Waiting* Proses Pemurnian Gas

Bulan (2015)	Total waiting (jam)	Waktu operasi (jam)	% <i>Waiting</i>
Januari	37	744	4,9 %
Februari	36	672	5,3%
Maret	38	744	5,1%
April	37	720	5,13%
Mei	36	744	4,83%
Total	184	3624	5,07%

Berdasarkan jumlah waktu waiting yang dibutuhkan, total dari waktu *downtime* selama 5 bulan adalah 184 jam dari keseluruhan waktu *waiting* 3624 jam. Setelah diterapkannya alternatif 1 dan berdasarkan perkiraan jumlah jam operasional perusahaan, maka waktu *waiting* akan berkurang menjadi :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Waiting Baru} &= \text{Total Waiting} - \text{Alternatif Perbaikan} \\
 &= 184 \text{ jam} - (25\% \times 184 \text{ jam}) \\
 &= 184 \text{ jam} - 46 \text{ jam} \\
 &= 138 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Total Waiting Baru} &= (138 \text{ jam} / 3624 \text{ jam}) * 100\% \\
 &= 3,8\%
 \end{aligned}$$

Dengan berkurangnya waktu waiting, maka *sigma* dari *waste waiting* akan meningkat sebesar 0,11 seperti ditunjukkan pada tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Peningkatan Nilai *Sigma Waiting*

Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	3624	Jumlah produk yang diproduksi	3624
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	184	Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	138
Defect per Unit	0,051	Defect per Unit	0,038
Jumlah CTQ	4	Jumlah CTQ	4
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,013	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,010
DPMO	12693	DPMO	9520
Nilai Sigma	3,73	Nilai Sigma	3,84

5.2.6.3 EHS

Untuk melihat pengaruh yang terjadi pada *waste EHS*, maka dapat dilihat dari jumlah biaya yang dikeluarkan untuk fasilitas EHS pada proses pemurnian gas. Ada pun biaya yang dikeluarkan digunakan untuk biaya operasional dan *maintenance* dari seluruh fasilitas EHS. Biaya *waste EHS* sangat berhubungan dengan jumlah *defect* dan *waiting* yang ada. Dengan penjadwalan ulang *maintenance* ditambah dengan penurunan *waste defect* dan *waiting* diharapkan *waste EHS* dapat berkurang hingga 50% dari total yang ada.

Berikut ini adalah jumlah biaya EHS eksisting dalam waktu 5 bulan dan perkiraan jumlah EHS ketika dilakukannya alternatif 1.

Tabel 5.26 *Waste EHS* yang Terjadi Dalam Proses Pemurnian

Jenis Inventory	Jumlah Fasilitas	Biaya per Fasilitas/bulan (Rupiah)	Total Biaya Perawatan/Bulan (Rupiah)
Fasilitas Pembuangan CO ₂	3	51.082.300	153.246.900
Fasilitas Pembuangan H ₂ S	3	74.970.800	224.912.400
Fasilitas Pembuangan Hg	3	82.189.000	246.567.000
Fasilitas Pembuangan N ₂	2	56.782.600	113.565.200
Total	15	107.864.900	266.812.100

Total biaya EHS per bulan = Rp 266.812.100

Total biaya EHS 5 bulan = Rp 1.334.060.500

Persentase pengurangan *waste* = 50%

Total pengurangan biaya = 50% x Rp 1.334.060.500
= Rp 667.030.250

Biaya EHS yang baru = Biaya Lama – Pengurangan Biaya
= Rp 1.334.060.500 - Rp 667.030.250
= Rp 667.030.250

Dengan *improve* yang dilakukan terjadi penurunan jumlah biaya EHS yang dikeluarkan perusahaan. Penurunan biaya EHS cukup signifikan jika dibandingkan dengan jumlah biaya EHS eksisting. Ada pun total penurunan yang terjadi yaitu sebesar Rp 667.030.250. Penurunan biaya EHS juga mempengaruhi peningkatan nilai sigma untuk *waste* EHS. Berikut ini adalah perbandingan nilai *sigma* antara *waste* EHS eksisting dan setelah dilakukannya *improve* atau alternatif 1 di mana terjadi peningkatan nilai sigma sebesar 0,29.

Tabel 5. 27 Perbandingan Nilai *Sigma* EHS

Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	6807,986	Jumlah produk yang diproduksi	6807,986
Jumlah produk yang cacat / defect	435,714	Jumlah produk yang cacat / defect	217,86
Defect per Unit	0,064	Defect per Unit	0,0320
Jumlah CTQ	2	Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,032	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,016
DPMO	32000	DPMO	16000
Nilai <i>Sigma</i>	3,35	Nilai <i>Sigma</i>	3,64

5.2.7 Evaluasi Proses Produksi Eksisting

Dalam melakukan proses pemurnian gas terlihat bahwa masih terdapat beberapa kelemahan dari Saka Indonesia Pangkah Limited yang harus diperbaiki untuk meningkatkan performansi sistem perusahaan. Alternatif yang terpilih untuk meningkatkan performansi perusahaan yaitu penjadwalan ulang *maintenance* fasilitas, termasuk di dalamnya fasilitas vital, fasilitas cukup vital, fasilitas *inventory*, fasilitas EHS, dll . Untuk itu perusahaan harus mulai mengumpulkan data-data terkait *maintenance* fasilitas. Termasuk di dalamnya kondisi dari setiap fasilitas yang ada, baik itu fasilitas rawan rusak mau pun fasilitas yang jarang rusak. Hal tersebut dirasa sangat perlu dilakukan agar waktu perbaikan yang ditentukan sesuai dan tidak memakan waktu yang lama.

Sejauh ini perusahaan belum melakukan pencatatan maksimal terhadap kondisi setiap fasilitas, waktu perawatan fasilitas, waktu penggantian *parts*, dan biaya penggantian *parts* sehingga kerusakan *parts* dari setiap fasilitas kurang bisa diminimalkan. Dengan adanya pencatatan yang detail dan akurat terhadap setiap fasilitas maka perusahaan akan dapat menyusun data historis dari setiap *parts* dan dapat melakukan penjadwalan *maintenance* yang diperlukan berdasarkan data historis waktu kerusakan *parts*. Konsep ini merupakan konsep *maintenance* dengan mempertimbangkan *reliability* fasilitas. Dengan tingkat *reliability* fasilitas

yang terjaga, maka produk akhir (gas) yang dihasilkan juga akan memiliki kualitas yang baik.

Untuk menentukan penjadwalan *maintenance* yang baik berdasarkan *reliability*, maka perusahaan harus melakukan pencatatan *Mean Time To Failure* (MTTF) serta *Mean Time To Repair* (MTTR) dari setiap *parts* berdasarkan data historis kerusakan masing-masing *parts*. Dengan begitu perusahaan dapat menentukan *parts* mana yang paling kritis dengan melihat resiko yang mungkin ditimbulkan jika terjadi kerusakan suatu *parts*. Untuk itu yang perlu dilakukan oleh Saka Indonesia Pangkah Limited adalah membuat data historis kerusakan dengan cara melakukan pencatatan waktu terjadinya kerusakan untuk masing-masing *parts* (MTTF), lama waktu perbaikan yang dibutuhkan (MTTR) dan juga resiko yang dihasilkan jika terjadi kerusakan dari masing-masing *parts*.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diuraikan beberapa kesimpulan yang bisa ditarik berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran bagi perusahaan dan penelitian berikutnya.

6.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan:

1. Terdapat tiga *waste* kritis yang memiliki pengaruh terhadap proses pemurnian gas di Saka Indonesia Pangkah Limited yaitu *defect* yang cukup tinggi dengan total 14,17% dengan *defect* kritis berupa ketidaksesuaian fraksi dan ketidaksesuaian kuantitas, *waiting* yang terjadi dengan waktu *downtime* hingga 5,07% dari total waktu operasi, dan EHS berupa biaya penanganan *defect* berupa gas buangan yang mencapai 11,53% dengan rincian fasilitas penanganan gas CO₂, H₂S, Hg, dan N₂.
2. Penyebab terjadinya *waste defect*, *waiting*, dan EHS berdasarkan *Root Cause Analysis* adalah umur dari fasilitas yang sudah lebih dari 15 tahun dan *maintenance* yang kurang optimal dalam pelaksanaannya, terjadi kerusakan *unpredicted* pada fasilitas dan jadwal *maintenance* yang perlu dilakukan sehingga menambah waktu normal proses dan menyebabkan *waiting*, serta EHS yang disebabkan adanya penanganan terhadap gas buangan dari proses pemurnian yang perlu diolah terlebih dahulu agar tidak membahayakan manusia mau pun lingkungan.
3. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, perusahaan mengalami kerugian dari ketiga jenis *waste* yang ada. Untuk *waste defect* perusahaan mengalami kerugian finansial sebesar Rp 44.968.971.627 selama 5 bulan penelitian, sementara untuk *waste waiting* perusahaan mengalami kerugian finansial sebesar Rp 11.866.528.188 selama 5 bulan penelitian, dan untuk *waste EHS* yang terjadi perusahaan mengalami kerugian finansial sebesar

Rp 1.334.060.500 selama 5 bulan penelitian. Total kerugian finansial yang dialami perusahaan selama 5 bulan penelitian sejumlah Rp 58.169.560.315.

4. Berdasarkan pemilihan alternatif dengan menggunakan *value engineering* alternatif yang terpilih adalah alternatif 1, yaitu melakukan penjadwalan ulang *maintenance* untuk fasilitas vital, cukup vital, inventory, dan EHS yang akan berdampak langsung terhadap berkurangnya jumlah *defect*, mengurangi waktu *waiting* dalam proses, dan jumlah gas buangan yang perlu diolah pada fasilitas EHS.

6.2 Saran

Beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah

1. Jika data kondisi fasilitas yang dimiliki sudah lengkap dan akurat sebaiknya dalam fase perbaikan dapat langsung digambarkan kondisi fasilitas yang ada agar dapat dilakukan perhitungan investasi fasilitas ke depannya.
2. Untuk penilaian terhadap alternatif perbaikan yang sudah dipilih sebaiknya jika alternatif tersebut dapat diaplikasikan dan dilakukan fase *control* untuk mengetahui dampak dari alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Apel, W., 2007. *Value Stream Mapping for Lean Six Sigma Implementation*. Huazhong: Huazhong University of Science and Technology.
- Atarogen, C. & Chouseinoglou, O., 2014. A Case Study in Defect Measurement and Root Cause Analysis in a Turkish Software Organization. *Software Engineering Research, Management and Applications*, Springer, pp. 55-72.
- Atmojo, D. T. & Rahmadian, J., 2013. Penurunan Tingkat Kecacatan dalam Industri Proses. *Jurnal Titra*, 1(2), pp. 73-78.
- Bloomberg, 2015. *Markets : Energy & Oil Today*. [Online] Available at: <http://www.bloomberg.com/energy> [Accessed 10 Juni 2015].
- Garspersz, V., 2006. *Continuous cost reduction through lean-sigma approach: strategi dramatik reduksi biaya dan pemborosan menggunakan pendekatan lean-sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Global Petrol Prices, 2015. *Gas Price Today : LNG & LPG*. [Online] Available at: http://www.globalpetrolprices.com/gas_prices/ [Accessed 11 Juni 2015].
- Global Solutions India, 2014. *How is Lean Six Sigma applicable for Oil and Gas Sector*. [Online] Available at: <http://www.globalsolutionsindia.in/blog/entry/how-is-lean-six-sigma-applicable-for-oil-and-gas-sector> [Accessed 8 Juni 2015].
- Hammond, C. & Charles, J., 2008. *Lean six sigma*. 9 ed. s.l.:Discovery.
- KPP BUMN, 2008. *Departemen ESDM Indonesia*. [Online] Available at: http://www.kppbumn.depesdm.go.id/Industrial_Profile/PK4/Profil%industri_migas/page0011.htm [Accessed 7 Mei 2015].
- Oil & Gas Journal, 2011. *Gas plant improves C3 recovery with Lean Six Sigma approach*. [Online] Available at: <http://www.ogj.com/1/vol-109/issue-49/processing/gas-plant-improves-c3-full.html> [Accessed 2 Juni 2015].

- Oil Price Net, 2012. *Achieving Lean Culture Shift in the Oil & Gas Industry*.
[Online]
Available at: <http://www.oil-price.net/> [Accessed 9 Juni 2015].
- Pyzdek, T. & Keller, P., 2014. *The Six Sigma Handbook, Fourth Edition*. New York, Columbus : McGraw-Hill Professional Publishing.
- Sitorus, P. M. T., 2011. *Quality planning improvement with lean six sigma approach and economic valuation with willingness to pay: Case in PT Telekomunikasi Indonesia*. s.l., IEEE International Summer Conference of Asia Pacific.
- Sondalini, M., 2004. Understanding How to Use the 5-whys for Root Cause Analysis. *Lifetime Reliability*.
- Subramaniam, P. & Srinivasan, K., 2011. An Innovative Lean Six Sigma Approach for Engineering Design.
- Sugartech, 2009. *Sugartech's Website*. [Online] Available at: <http://www.sugartech.in/Product-Suite-Sample/default.asp> [Accessed 7 Mei 2014].
- Variance Reduction, 2015. *The Use of Lean Six Sigma in the Oil Industry*.
[Online]
Available at: <http://www.variancereduction.com/07-july/> [Accessed 8 Juni 2015].
- Ward, H. & Taylor, 2000. *Going Lean: A Guide to Implementation*. Boston: Lean Enterprise Research Centre.
- Womack, J. P. & Jones, D. T., 2007. *The Machine that changed the world: the story of lean production-Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. s.l.:Simon and Schuster.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi Kuisisioner

Penomoran	Waste
1	EHS
2	Defect
3	Overproduction
4	Waiting
5	Non utilizing employee
6	Transportation
7	Inventory
8	Motion
9	Excess Processing

Responden	Peringkat Waste								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	1	8	2	9	6	7	5	4
2	3	2	5	1	4	7	6	9	8
3	3	2	4	1	5	7	6	9	8
4	5	1	8	2	3	7	4	6	9
5	2	1	5	4	9	8	3	7	6
6	3	2	8	1	4	9	7	6	5
7	1	4	8	2	4	3	7	6	5
8	3	1	9	2	4	6	7	5	8
9	2	1	4	3	5	8	7	6	9
10	4	3	2	1	8	6	5	9	7

	Waste	Peringkat									Bobot	Ranking
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	EHS	1	2	5	1	1	0	0	0	0	61	0,167
2	Defect	5	3	1	1	0	0	0	0	0	72	0,197
3	Overproduction	0	1	0	2	2	0	0	4	1	29	0,079
4	Waiting	4	4	1	1	0	0	0	0	0	71	0,194
5	Non utilizing employee	0	0	1	4	2	0	0	1	2	35	0,095
6	Transportation	0	0	1	0	0	3	3	2	1	23	0,063
7	Inventory	0	0	1	1	1	2	5	0	0	31	0,084
8	Motion	0	0	0	0	2	4	1	0	3	22	0,061
9	Excess Processing				1	2	1	1	3		21	0,057
	Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	365	1

	Waste	Peringkat									Bobot	Ranking
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Defect	5	3	1	1	0	0	0	0	0	72	0,197
2	Waiting	4	4	1	1	0	0	0	0	0	71	0,194
3	EHS	1	2	5	1	1	0	0	0	0	61	0,167
4	Non utilizing employee	0	0	1	4	2	0	0	1	2	35	0,095
5	Inventory	0	0	1	1	1	2	5	0	0	31	0,084
6	Overproduction	0	1	0	2	2	0	0	4	1	29	0,079
7	Transportation	0	0	1	0	0	3	3	2	1	23	0,063
8	Motion	0	0	0	0	2	4	1	0	3	22	0,061
9	Excess Processing				1	2	1	1	3		21	0,057
	Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	365	1

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Jakarta, pada tanggal 15 Maret 1992 dengan nama lengkap Victor Samuel Sianipar sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Strada St. Anna Jakarta, SMP Tarakanita 4 Jakarta, dan SMAN 61 Jakarta. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, pada tahun 2010 penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya melalui jalur mandiri. Sejak menjadi mahasiswa, penulis pernah tergabung dalam organisasi mahasiswa tingkat Jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS (HMTI ITS) sebagai staff pada Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) di periode kepengurusan 2011/2012, dan diberikan tanggung jawab sebagai penanggung jawab program kerja Pelatihan SISTEM 2011. Selanjutnya pada periode 2012/2013 penulis menjabat sebagai Koordinator Tim Humas INCHALL 2012 dan Koordinator Tim Dana PKMBK PMK ITS. Penulis juga aktif sebagai anggota dari Society of Petroleum Engineers (SPE ITS) selama dua tahun dan aktif sebagai panitia kaderisasi Jurusan pada tahun kedua. Penulis dapat dihubungi melalui email victorssianipar@gmail.com.